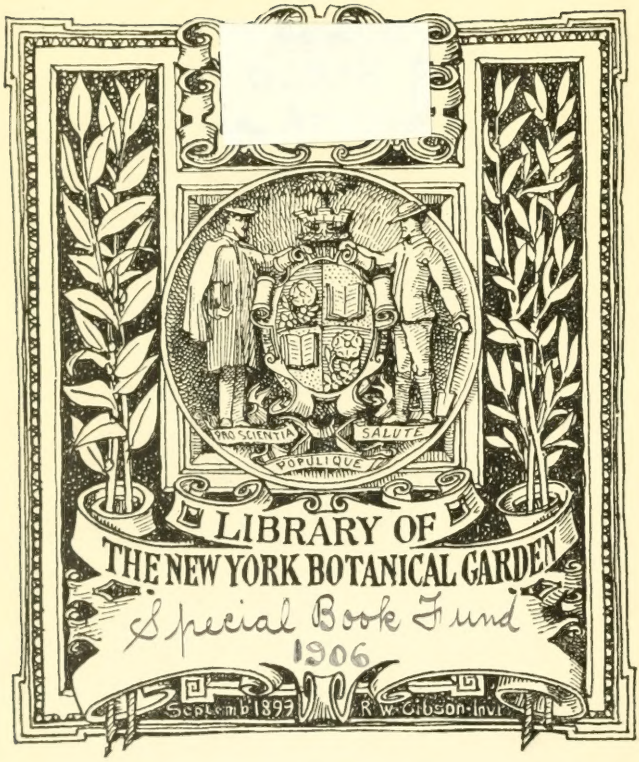
QL
34
.A85f
A7


PRO SCIENTIA
ATQUE
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
Special Book Fund
1906
September 1899
R. W. Gibson, Invt.

DAS WACHSTHUM DER HAFERPFLANZE.

DAS WACHSTHUM

DER

HAFERPFLANZE.

PHYSIOLOGISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

AUFNAHME, VERTHEILUNG UND WANDERUNG
DER NAHRUNGSSTOFFE.

VON

Dr. RUDOLF ARENDT.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Leipzig:
F. A. BROCKHAUS.
1859.

QL34
.A85f
A7

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist in dem Laboratorium der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Möckern ausgeführt und in dem Journale: „Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen“ vor kurzem bereits in einem gedrängten Abrisse zur Mittheilung gelangt. In demselben konnte des beschränkten Raums wegen nicht mehr gegeben werden, als eine kurze Zusammenstellung der Resultate; von einer Mittheilung der Untersuchungsdetails und einer ausführlichen Discussion der analytischen Facta musste ich absehen. Da die Arbeit aber zu denen gehört, welche als Einzelleistung keinen Werth besitzen, sondern nur im Zusammenhange mit vielen andern zur Erkenntniss positiver Wahrheiten verhelfen können, so musste, sollte sie nicht vergebens sein, spätern Forschern die Möglichkeit geboten werden, sich selbst ein volles Urtheil über das den mitgetheilten Thatsachen beizumessende Gewicht zu bilden.

Gar viele Chemiker, welche bisjetzt auf dem Felde der Agriculturchemie thätig waren, haben ein solches Verfahren ganz oder theilweise für überflüssig gehalten und ihren Arbeiten dadurch selbst einen grossen Theil des Werthes geraubt. Während man gegenwärtig bei allen Abhandlungen, die der reinen Chemie angehören, sich der möglichsten Ausführlichkeit befleissigt, gewinnen die agriculturchemischen Arbeiten in immer höherem Grade an Kürze und nehmen mehr und mehr

JAN 15 1906

den Charakter berichterstattender Auszüge an. Wenn ich auf den nachfolgenden Blättern von dieser Manier abgewichen bin, so war ich dabei des Wortes eingedenk, welches Berzelius im Jahre 1830 bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Zusammensetzung der Weinsäure und Traubensäure ausgesprochen hat: „Man hat in neuerer Zeit stark angefangen, diesen für die Beschreibung einer jeden Untersuchung so höchst wichtigen Punkt (d. i. die ausführliche Mittheilung aller Details) zu vernachlässigen, und, mit kurzer Andeutung der Methode, nur das wissenschaftliche Resultat anzugeben. Dies kürzt zwar die Aufsätze bedeutend ab und erleichtert den Zugang zu den Resultaten für jeden Leser, der sie nicht näher zu prüfen beabsichtigt. Allein derjenige, welcher seine etwaigen Zweifel zu heben wünscht, sieht sich dazu aller Mittel beraubt, und es bleibt ihm nur übrig, die Versuche zu wiederholen, wozu es aber oft an Zeit und Gelegenheit fehlt. Eine detaillirte Beschreibung der Vorrichtungen, der befolgten Vorsichtsmassregeln und der unmittelbar erhaltenen Resultate hat den Zweck, den Leser so nahe wie möglich in die Lage zu versetzen, als wäre er bei den Versuchen zugegen und könnte selbst über sie sein Urtheil abgeben.“ [1])

Wenn diese Mahnung irgendwo Beherzigung verdient, so ist es auf dem Gebiete der Agriculturchemie. Nirgends ist in gleichem Masse wie hier dem subjectiven Urtheil freier Spielraum gestattet, nirgends können aus kleinen Ungenauigkeiten und scheinbar bedeutungslosen Uebersehungen grössere Diffe-

[1]) Poggendorf's Annalen, XIX, 306.

renzen in den Resultaten hervorgehen, nirgends endlich macht die Anlage der Versuche einen gleich hohen Einfluss auf die Endergebnisse geltend. Die zahllosen Widersprüche, welche uns auf jedem Blatte der agriculturchemischen Literatur entgegentreten, sind fast ohne Ausnahme nur deswegen nicht zu lösen, weil eine gründliche Einsicht in den Verlauf vieler Arbeiten unmöglich ist. Wenn eine solche überall geboten wäre, so wären wir sicherlich weiter, als wir sind. Wie die Sachen gegenwärtig liegen, fehlen zu einer umfassenden kritischen Sichtung alle Mittel, gleichwol könnte uns nur eine strenge Kritik den Weg durch das Chaos der über alle Massen schwankenden theoretischen Erfahrungen der Vergangenheit finden helfen. Dies, hoffe ich, wird mich rechtfertigen, wenn ich bei meinen Mittheilungen ausführlicher zu Werke gegangen bin, als vielleicht manchem für den ersten Anblick wünschenswerth erscheint.

Auch darin möchte sich meine Arbeit von vielen ähnlichen unterscheiden, dass ich es gänzlich vermieden habe, Schlussfolgerungen für die Praxis aus ihr abzuleiten. Bedarf dies in Anbetracht des Umstandes, dass sie aus dem Laboratorium einer landwirthschaftlichen Versuchsstation hervorgegangen ist, der Rechtfertigung? Ich glaube es kaum. Es soll die Möglichkeit hier nicht bestritten werden, dass es gewisse „chemische“ Versuche gebe, welche durch ihre Resultate gewissen Desideraten der praktischen Landwirthschaft sofort Genüge zu leisten geeignet seien. Aber es ist meine volle Ueberzeugung, dass man nicht aus jeder Untersuchung ohne weiteres ein Facit für die Praxis ziehen darf, und dass es die naturgemässe Entwickelung einer wahren Theorie des Ackerbaues

nur hemmen heisst, wenn man die sich oft scheinbar widersprechenden Resultate wissenschaftlicher Forschungen um jeden Preis mit der Empirie des Landmanns in Einklang zu bringen sich bemüht. Dabei fällt es mir keineswegs ein, meiner Arbeit mit eigener Hand den Stab zu brechen, als wäre sie nicht im Stande, zur Ausbildung der Praxis überhaupt beizutragen. Ich hoffe vielmehr, dass sie es schliesslich thue. Vorerst aber habe ich den um vieles lebhaftern Wunsch, dass sie ein Baustein für die Wissenschaft werde. Ist dies der Fall, so wird sie früher oder später sicherlich auch der Praxis dienen. Die Anwendungen für das Leben müssen ungesucht und ungezwungen der sich lebendig entfaltenden Wissenschaft entfliessen. Dies ist der wahrhaft naturgemässe Gang, und je weniger man davon abweicht, um so eher wird man das endliche Ziel erreichen. Wir dürfen uns Glück zu dieser Aussicht wünschen: denn wie es der Titel des eingangs erwähnten Journals ausspricht, hat bereits die rechte Ansicht am rechten Orte platzgegriffen.

Dagegen habe ich mir Mühe gegeben, die Resultate meiner Versuche in Beziehung auf Chemie und Physiologie von meinem Standpunkte aus in ein möglichst volles Licht zu stellen. Wenn ich dabei irre gegangen bin, so wird es mich freuen, zurecht gewiesen zu werden. Das aber glaube ich in Anspruch nehmen zu dürfen, dass ich von der Basis der Beobachtung nirgends abgewichen bin, mich von Hypothesen fern gehalten und zweifelhafte Dinge überall als solche hingestellt habe.

Möckern, im September 1858.

R. Arendt.

Die chemischen Vorgänge, welche innerhalb der vegetabilischen Organismen während des Wachsthums derselben erfolgen, sind seit geraumer Zeit der Gegenstand vielfacher und verschiedenartiger Untersuchungen gewesen. Eine grosse Zahl von Forschern hat sich bis zum heutigen Tage mit mehr oder weniger Erfolg bemüht, zur Lösung der vielen Räthsel beizutragen, die uns die Natur hier aufgegeben hat. Aber leider sind wir diesem Ziele jetzt noch ziemlich fern. Zwar haben die Arbeiten der Pflanzenphysiologen und Chemiker dahin geführt, einige frühere Irrthümer für immer zu beseitigen und dafür Theorien aufzustellen, die wol mit vollem Rechte auf das Prädicat der Wahrheit Anspruch machen dürfen; allein alle diese Errungenschaften, so bedeutungsvoll sie auch sind, umfassen doch immerhin nur einen sehr kleinen Theil des Materials, welches zur Lösung der grossen Aufgabe erforderlich ist. Ein solches Resultat darf uns indessen keineswegs befremden. Die physiologisch-chemischen Forschungen gehören einem Untersuchungsgebiete an, auf dem zur Zeit noch jeder sichere Boden fehlt. Die Hülfsmittel, welche uns zu Gebote stehen, sind zum Theil so delicater Natur, dass nur die grösste Ausdauer, die geschickteste Handhabung und eine reiche Erfahrung vor Irrthümern bewahren können, zum Theil vermögen wir sie der Natur der Sache nach nicht mit derselben Leichtigkeit und Zuverlässigkeit anzuwenden, wie solches bei rein chemischen Untersuchungen der Fall ist.

Das Mikroskop hat uns über die organische Structur der Pflanze Aufklärung verschafft. Wir haben in der Zelle die Grundlage des vegetabilischen Lebens erkannt, die mannichfachen Formverschiedenheiten dieser kunstvoll gebildeten Elementarorgane, ihre Entstehung, Ausbildung und Vervielfältigung liegt, wenigstens im allgemeinen, klar vor unsern Blicken, ja es ist sogar gelungen, durch geschickte Anwendung passender Reagentien, die stofflichen Verschiedenheiten innerhalb der Pflanzenzellen nachzuweisen und einige der wichtigsten nähern Pflanzenbestandtheile darin aufzufinden und durch die Phasen ihrer Entwickelung zu verfolgen: darauf aber dürfte sich auch das bisjetzt Geleistete im wesentlichen beschränken, und es ist nicht wohl abzusehen, dass uns die Mikroskopie in der nächsten Zukunft über die chemischen Vorgänge im Pflanzenkörper in gleichbefriedigender Weise Aufschlüsse geben werde, wie sie es in morphologischer Hinsicht bisjetzt gethan hat. Man müsste schon an eine Ausbildung der Mikrochemie glauben, die weit über den gegenwärtigen Standpunkt unserer chemischen Kenntnisse hinausginge, wollte man in ihr das hauptsächlichste Hülfsmittel zur Auffindung der Wahrheit erblicken. Die wenigen Reactionen, welche für jetzt zur Unterscheidung mikroskopischer Objecte dienen, beziehen sich fast nur auf wirklich organisirte Gebilde; der formlose Pflanzensaft und seine chemische Constitution, die Veränderungen desselben in gewissen Pflanzentheilen und zuletzt die Entwickelung der Elementarorgane und ihres festen Inhaltes aus ihm: alles dies sind Dinge, die sich hartnäckig der directen Beobachtung entziehen, und was bisjetzt darüber gesagt wurde, ist lediglich in das Reich der Vermuthungen zu verweisen. Wir haben gar keine sichere Kenntniss davon, wo und wie sich z. B. bei der Assimilation der Kohlensäure die kohlenstoffhaltigen nähern Pflanzenbestandtheile bilden, welche Umstände den Uebergang der löslichen formlosen Kohlenhydrate in unlösliche organisirte, welche den retrograden Process vermitteln und begleiten, wir wissen nicht, wie und wann die

Proteinsubstanzen entstehen, welche Bedeutung die Mineralsubstanzen für das Leben der Pflanze haben u. s. w. Alle diese und ähnliche Fragen werden schwerlich auf rein phytotomischem Wege gelöst werden, wenigstens ist nicht früher auf irgendeinen Fortschritt zu rechnen, bevor nicht die Chemie selbst weitere Beiträge zur Kenntniss der Natur und des Verhaltens jener organischen Verbindungen geliefert hat. Natürlich soll damit keineswegs behauptet werden, dass das Studium der morphologischen Verhältnisse des Pflanzenkörpers für die Erkenntniss der physiologischen Processe von untergeordneter Bedeutung sei, im Gegentheil sind wir der festen Ueberzeugung, dass an eine wahrhaft wissenschaftliche Ausbildung der Pflanzenphysiologie nur dann gedacht werden könne, wenn Phytotomen und Chemiker mehr als bisjetzt geschehen in voller Gemeinschaft und im gegenseitigen Verständniss wirken und kein Theil die auf dem Gebiete des andern als wahr erkannten Thatsachen übersieht. Die Physiologie ist eben die innige Verschmelzung beider verwandten Disciplinen, und jeder Versuch, der eine Annäherung zwischen beiden vermittelt, ist als ein entschiedener Fortschritt zu betrachten.

Fragen wir uns aber, was die Chemie bis zum heutigen Tage geleistet hat, um ihrerseits dem ihr zukommenden Antheil an der Lösung der in Rede stehenden Aufgabe gerecht zu werden, und ob bei dem actuellen Standpunkte dieser Wissenschaft auf eine bedeutende Erweiterung unserer Kenntnisse zu rechnen ist, so müssen wir bekennen, dass allerdings eine grössere Zahl gediegener Leistungen vorliegt, auf welche der Freund des wissenschaftlichen Fortschritts wol mit Freude blicken mag, dass aber auch hier nur erst Präliminarfragen zur Erörterung gelangt und die positiv feststehenden Facta blos als werthvolle Grundlagen für weitere, mehr ins Einzelne gehende Untersuchungen zu betrachten sind.

Es sind besonders folgende Richtungen, nach denen hin die Chemie ihre Thätigkeit entfaltet hat. Die erste derselben verfolgte die Aufgabe, die Abhängigkeit der Pflanze von der Atmosphäre

festzustellen. Die hierauf bezüglichen Untersuchungen haben uns den Vegetationsprocess im grossen Ganzen als einen Reductionsprocess erkennen lassen und den Nachweis geliefert, dass die Pflanze unter dem Einflusse des Lichts die in der Luft enthaltene Kohlensäure durch die Spaltöffnungen ihrer Blattorgane in sich aufnimmt und dafür eine entsprechende Menge Sauerstoff ausscheidet. Die ganze Reihe der Versuche über die sogenannte Respiration der Vegetabilien gehört hierher. Sie ist insofern als abgeschlossen zu betrachten, als die bei weitem grösste Mehrzahl der Chemiker zu übereinstimmenden Ansichten über diesen wichtigen Vegetationsvorgang gelangt ist; als schwebend möchte noch die von einigen Seiten angeregte Frage über die Stickstoffausscheidung zu betrachten sein. Die bisjetzt vorliegenden Untersuchungen gestatten keinen bestimmten Schluss über die Wirklichkeit dieser Erscheinung.

Andere Chemiker haben sich damit beschäftigt, die Nothwendigkeit gewisser Mineralsubstanzen für das vegetabilische Leben nachzuweisen und hierzu in enger Beziehung stehen die vielen Versuche, durch welche das Factum festgestellt ist, dass bei Gegenwart genügender mineralischer Nahrung im Boden der Organismus der Pflanze im Stande ist, alle zur Ernährung nöthigen Functionen auszuführen und seine organische Substanz rein auf Kosten der in der Luft enthaltenen Verbindungen des Kohlenstoffs und Stickstoffs zu bilden. Beide Reihen von Untersuchungen sind noch keineswegs abgeschlossen. Denn sie haben zwar zur Erkenntniss der nothwendigen Bedingungen des Pflanzenlebens ganz im allgemeinen geführt, über das Gewicht aber und die gegenseitige Abhängigkeit der vielen Partialbedingungen sagen sie nichts Bestimmtes aus.

Die analytische Chemie ist in zweifacher Weise thätig gewesen, die Bestandtheile des Pflanzenkörpers zu erforschen. Durch Anwendung der qualitativen Methode sind zahlreiche organische Verbindungen entdeckt und isolirt, welche eine Rolle bei der Vegetation spielen. Eine grosse Zahl derselben gehört bestimmten Pflanzenfamilien oder selbst einzelnen

Pflanzenspecies ausschliesslich an, während andere Körper als ganz allgemein verbreitete Bestandtheile des Pflanzenreichs erkannt sind. Hat man sich bisjetzt darauf beschränkt, die hervortretendsten dieser Stoffe aufzufinden und ihr Vorkommen in den einzelnen Species nachzuweisen, so wird es die Aufgabe der Zukunft sein, ausführliche Analysen von Pflanzen und Pflanzentheilen zu liefern und auch auf alle diejenigen Stoffe Rücksicht zu nehmen, welche nur in sehr geringer Menge vorzukommen pflegen. Wenn wir auf diese Weise eine ungefähre Vorstellung von der Zusammensetzung einzelner Gewächse erlangen, so ist damit schon unendlich viel gewonnen: leider können wir aber voraussehen, dass sich solche Untersuchungen vorläufig höchstens qualitativ anstellen lassen werden: auf scharfe quantitative Bestimmungen der einzelnen nähern Pflanzenbestandtheile dürfen wir sobald noch nicht hoffen. Selbst wenn sich nach dieser Richtung eine ganz ausserordentliche Thätigkeit entfalten sollte, so möchten doch die Früchte derselben erst in sehr später Zeit geniessbar werden. Die quantitative Analyse hat sich bisjetzt auf die Bestimmung der Aschenbestandtheile und einzelner Hauptgruppen der nähern organischen Bestandtheile beschränken müssen. Was darüber hinaus geleistet worden ist, möchte kaum die nöthige Schärfe besitzen, um als Grundlage für physiologische Schlussfolgerungen zu dienen.

Es erscheint hiernach kaum einem Zweifel unterworfen, dass die Chemie vorzugsweise berufen ist, auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie einiges Licht zu schaffen. Wenn sie gegenwärtig auch noch weit von der wünschenswerthen Höhe der Ausbildung entfernt ist, so ist sie doch immerhin wol fähig, mit einigem Erfolge ans Werk zu gehen: zum mindesten öffnen sich einem jeden, der mit freiem Blicke das weite Untersuchungsgebiet überschaut, zahlreiche Wege, auf denen nothwendig Resultate erlangt werden müssen, wenn nur überall mit der gerade hier so nöthigen Umsicht verfahren wird. Als ein Resultat dieser Erkenntniss tritt uns die in der neuesten Zeit erfolgte Ab-

zweigung der Agriculturchemie entgegen. Die zahlreichen Kräfte, welche sich im Laufe weniger Jahre zu deren Ausbildung vereinigt haben, berechtigen uns zu der Hoffnung, dass uns in kurzer Zeit ein reiches Material zu Gebote stehen werde, mit dessen Hülfe wir zu näherer Einsicht in die Gesetzmässigkeiten des Pflanzenwachsthums gelangen müssen.

Möge man die folgende Arbeit als einen neuen Beitrag zur Sammlung dieses Materials betrachten. Sie gehört der zuletzt erwähnten Richtung an, indem sie die quantitative Analyse auf die Bestimmung der Aschenbestandtheile und einiger Hauptgruppen der nähern organischen Verbindungen in Anwendung bringt. Wenn ich den bisjetzt schon recht beträchtlichen Reichthum unserer Literatur an Aschenanalysen hiermit noch vermehre, so möchte wol die Frage nahe liegen, ob der Wissenschaft mit einem solchen Zuwachs gedient sein kann.

Es ist allerdings nicht zu leugnen, dass gerade dieser Zweig der Phytochemie seit lange mit besonderer Vorliebe bearbeitet ist; wenn wir aber bedenken, dass die Art und Weise, wie man bisher bei solchen Untersuchungen zu Werke ging, nur eine sehr einseitige war, und dass man, einzelne Ausnahmen abgerechnet, gerade die Hauptgesichtspunkte, die hier ins Auge zu fassen sind, fast ganz ausser Acht liess, so möchte eine weitere Ausarbeitung desselben Gegenstandes wol gerechtfertigt erscheinen.

Die meisten der bisjetzt bekannt gewordenen Aschenanalysen stehen vollkommen isolirt da. Gewöhnlich wurden beliebige Gewächse in irgendeiner Periode ihres Wachsthums geerntet und entweder ganz oder nur einzelne Theile derselben zur Untersuchung verwendet; von der Asche ist häufig nur die procentische Zusammensetzung mitgetheilt und von einer Bezugnahme auf die Trockensubstanz aber meistens abgesehen. Man erlangte dadurch zwar Kenntniss von den Mengenverhältnissen, in welchen die Mineralbestandtheile von den verschiedenen Gewächsen aufgenommen werden, und da sich hierin auffal-

lende Unterschiede bemerklich machten, so durfte man schliessen, dass von verschiedenen Pflanzenspecies die für das Gedeihen der Gewächse überhaupt nöthigen Mineralbestandtheile in verschiedenen Mengenverhältnissen aufgenommen würden. Damit aber war im Ganzen noch wenig gewonnen. Weitere Analysen von Aschen derselben Species, die auf verschiedenen Bodenarten und unter verschiedenen klimatischen Einflüssen gewachsen waren, wiesen darauf hin, dass auch hier ähnliche Verschiedenheiten möglich seien, ja zuweilen waren solche Differenzen grösser, als zwischen den Aschen wirklich verschiedener Gattungen. Da man die Gegenwart der Mineralbestandtheile in der Pflanze unmöglich mehr als etwas Zufälliges betrachten konnte, so glaubte man den Grund solcher Abweichungen unter anderm in der Anwendung von fehlerhaften analytischen Methoden oder in mangelhafter Sorgfalt bei der Ausführung der Analyse selbst zu erblicken. Wenn sich nun auch nicht leugnen lässt, dass eine grosse Zahl der zur Mittheilung gelangten Arbeiten mit Recht von diesem Vorwurf getroffen wird, so wiesen doch weitere, nach verbesserten Methoden ausgeführte Untersuchungen nach, dass sich in der That bei ein und derselben Pflanzenart factische Verschiedenheiten in den Mengenverhältnissen der aufgenommenen anorganischen Bestandtheile zeigen können. Man sah sich daher zu der Annahme genöthigt, dass ein Theil der modificirenden Bedingungen in der physikalischen oder chemischen Beschaffenheit des Bodens zu suchen sei; andererseits aber zeigte die Analyse der Asche mehrerer verschiedener Pflanzen, die nebeneinander auf demselben Boden gewachsen waren, dass der letztere für sich allein keineswegs das bedingende Moment bilde, sondern die Pflanze selbst bei der Aufnahme ihrer Nahrung eine Rolle spiele. In welcher Weise dies geschehe, darüber war man lange im Unklaren, oder vielmehr beruhigte man sich damit, an die Stelle einer unerklärbaren Erscheinung ein nichtssagendes Wort zu setzen, welches zur Erkenntniss des thatsächlichen Vorganges nichts weniger als förderlich war.

Die Vorstellung, dass die Pflanze ein Wahlvermögen besitze, schlich sich in der Wissenschaft ein: ein Ausdruck, welcher bis zum heutigen Tage in Geltung geblieben ist.

Ferner erkannte man sehr bald, dass auch die Aschen ein und derselben Pflanzenart, welche man demselben Boden entnommen hatte, eine oft sehr verschiedene Zusammensetzung zeigten, je nachdem das der Analyse unterworfene Gewächs in einer frühern oder spätern Periode seines Wachsthums geerntet worden war. Hierzu gesellte sich endlich noch die Erkenntniss, dass sich die Aschenbestandtheile in den einzelnen Theilen der Pflanzen nicht gleichmässig vertheilt finden und man wurde dadurch auf einen neuen gewichtigen Umstand aufmerksam gemacht, der bei der Auswahl des Untersuchungsmaterials nicht unberücksichtigt bleiben durfte. Dies alles waren bedeutungsvolle Fingerzeige und mussten zu besonderer Vorsicht bei vergleichenden Zusammenstellungen von Aschenanalysen mahnen und vor übereilten Schlussfolgerungen über die Bedeutung der Mineralsubstanzen für die Pflanzen warnen. Es war daher natürlich, dass die Fülle des vorliegenden Materials sehr bald in gar keinem Verhältnisse mit dem untergeordneten wissenschaftlichen Nutzen stand, der daraus erwuchs. Man wurde indess durch solche Erfahrungen wenigstens immer mehr auf den richtigen Weg geleitet.

Alle die eben erwähnten bedingenden Umstände hatte man nur nach und nach als solche erkannt, und es dauerte abermals eine geraume Zeit, ehe man ihnen thatsächliche Berücksichtigung schenkte und sie zu den Ausgangspunkten grösserer Arbeiten machte. Namentlich fand ein überaus wichtiges Moment, ja sicherlich das wichtigste, erst in verhältnissmässig sehr später Zeit die ihm gebührende Anerkennung: wir meinen die durch die Vegetationsperioden bedingten Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Asche. Zwar fehlte es nicht an Aschenanalysen von jungen und alten, reifen und unreifen Pflanzen und Pflanzentheilen: doch galt von ihnen genau dasselbe, was oben bereits erwähnt wurde: sie entbehrten jeglichen Zu-

sammenhangs und allgemeine Resultate konnten nur mit grosser Vorsicht und in sehr spärlichem Masse aus ihnen abgeleitet werden.

Der erste, welcher einen entschiedenen Schritt nach vorwärts that, war JOHN PIKTIN NORTON. Er veröffentlichte [1]) im Jahre 1847 eine grössere Untersuchung über die Aschenbestandtheile des Hafers, und machte bei derselben das Alter des Gewächses zum massgebenden Eintheilungsgrund. Wir finden in dieser höchst umfassenden Arbeit Analysen über 14 verschiedene Entwickelungsstufen der Pflanze. Allwöchentlich erntete der Verfasser neues Material, bestimmte durch alle Perioden Wasser- und Aschengehalt und von den Ernten der sieben ersten auch die quantitative Zusammensetzung der Asche: ausserdem untersuchte er von der reifen Pflanze mehrere verschiedene Sorten. Er begnügte sich aber nicht damit, nur Bauschanalysen zu liefern, sondern trennte Blätter und Stengel, zum Theil auch Knoten und bei der reifen Pflanze sogar Samen, Schalen und Spreu. Den Vorzug dieser Arbeit hat man also hiernach wesentlich darin zu suchen, dass die Umstände, welche die Schwankungen in der Zusammensetzung der Asche bedingen, nach zwei Richtungen hin scharf auseinander gehalten und, da die Pflanzen jedenfalls von demselben Boden geerntet waren, nach der dritten hin eliminirt worden sind. Leider aber beschränkt sich NORTON darauf, die procentische Zusammensetzung der untersuchten Aschen zu geben. Zwar finden wir auch vollständige Angaben über den Aschengehalt in der Trockensubstanz der einzelnen Theile, indessen ist eine Berechnung der Aschenbestandtheile auf die Trockensubstanz hier nicht wohl zulässig, da die Analysen sich sämmtlich auf kohlensäurefreie Asche beziehen und ich keine Bemerkung darüber finde, ob die Zahlen, welche die Aschenprocente angeben, in gleichem Sinne zu deuten seien. [2]) Ohne weiteres ist dies nicht anzu-

[1]) SILLIMAN's American Journal, III, 100 fg. und 318 fg.

[2]) Das Original dieser Arbeit war mir nicht zugänglich; allein es ist doch höchst wahrscheinlich, dass ein so wichtiger Punkt in den beiden Auszügen,

nehmen, da doch jedenfalls der Aschengehalt der Trockensubstanz durch directes Einäschern bestimmt ist, eine Methode, die bisjetzt ganz allgemein gebräuchlich war. Der Kohlensäuregehalt in den Aschen der einzelnen Pflanzentheile ist aber bekanntlich ein sehr verschiedener und ändert sich ebenfalls mit dem Alter der Pflanze, sodass man nicht berechtigt ist, die von NORTON gefundenen Zahlen in anderer Weise umzurechnen. Doch wenn selbst diese Verhältnisse sich aufklären liessen, so läge doch ein weiterer und weit fühlbarerer Mangel darin, dass die absoluten Mengen der von einer bestimmten Zahl von Pflanzen oder auf einer gewissen Bodenfläche während der einzelnen Vegetationsperioden aufgenommenen Aschenbestandtheile in keiner Weise bestimmbar sind, denn NORTON theilt keine Angaben mit über das Durchschnittsgewicht der Pflanze und ihrer Theile. Erst durch eine genaue Controle der absoluten Mengen der anorganischen Elemente gelangt man zu einem vollkommenen Einblick in die eigenthümlichen Umstände, welche sich an die Aufnahme und Gegenwart jener Körper knüpfen. Was NORTON also durch seine grosse und mühevolle Arbeit erreicht hat, beschränkt sich nur auf eine Erkenntniss der durch die relativen Mengenverhältnisse bedingten qualitativen Verschiedenheiten der Aschen.

Eine zweite Arbeit ähnlicher Art rührt von SCHULZ-FLEETH [1]) her; sie enthält Untersuchungen über die Aschenbestandtheile des Roggens in verschiedenen Vegetationsperioden. Dieselbe ist weniger umfassend, als die eben besprochene. Der Verfasser hat vier Perioden untersucht und sein Material im Januar, Mai, dann zur Zeit der Blüte und endlich zur Zeit der Reife geerntet. Auch diese Arbeit bietet vielfache Gelegenheit zu interessanten Vergleichen, zumal da

---

die mir zu Gebote standen (Chemisch-pharmaceutisches Centralblatt, 1847, und LIEBIG und KOPP, Jahresbericht), sicherlich nicht übersehen sein würde, wenn er im Original berührt worden wäre.

[1]) Journal für praktische Chemie LXII, 493.

sich zugleich Angaben über den procentischen Gehalt der Trockensubstanz an den einzelnen Aschenbestandtheilen vorfinden. Indessen stossen wir auch hier auf einiges, welches der Rundung wesentlichen Abbruch thut. Zunächst sind die Pflanzen nicht in demselben Jahre geerntet. Die blühende und reife Pflanze gehört einem frühern Jahrgange an, und die jungen Pflanzen, die im darauffolgenden Januar eingeholt wurden, sind sogar auf einem andern Boden gewachsen. Ferner hat der Verfasser von den Ernten der beiden ersten Perioden nur Bauschanalysen geliefert, die Pflanzen der dritten nur in Stroh und Aehren, die der vierten in Stroh, Aehren und Körner getheilt: eine Sonderung von Blättern und Halmen ist verabsäumt. Bei den jungen Pflanzen vom Januar und Mai finden sich Angaben über das Gewicht in 100 Halmen, sodass also hier eine Berechnung auf eine gleiche Zahl von Pflanzen möglich wäre. Allein dies würde zu nichts führen, einmal weil eine Zusammenstellung der sich hieraus ergebenden Zahlen wegen des verschiedenen Standortes der Gewächse an und für sich unzulässig sein würde, dann aber auch weil die Pflanzen der ersten Periode mit, die der zweiten ohne Wurzeln analysirt worden sind. Bei der dritten und vierten Periode vermisse ich die Angaben, die eine solche hier vollkommen zulässige Rechnung möglich machen könnten. Es muss also auch diese Arbeit als eine nicht völlig abgeschlossene bezeichnet werden: auch sie belehrt uns, wie die vorhergehende, nur über qualitative Verschiedenheiten, die quantitativen Beziehungen sind nicht erschöpfend berücksichtigt.

Ferner liegt eine ausführliche Untersuchung über die Wachsthumsverhältnisse der Gerstenpflanze vor, welche von Scheven [1]) im Jahre 1856 veröffentlicht ist. Dieselbe erstreckt sich nicht nur auf den anorganischen, sondern auch auf den organischen Theil der Pflanze, ist aber bezüglich

[1]) Journal für praktische Chemie, LXVIII, 193 fg.

des erstern mit weniger Ausführlichkeit behandelt. Denn während Scheven die Bestimmungen der nähern organischen Bestandtheile zuerst an ganzen Pflanzen und ausserdem noch in der zweiten, dritten und vierten Periode an Halmen, Blättern und Aehren, in der fünften an Halmen, Blättern, Spreu und Körnern gesondert ausgeführt, und ausserdem noch Elementaranalysen der ganzen Pflanze durch alle Perioden gemacht hat, wurde zur Bestimmung der Aschenbestandtheile immer nur die ganze Pflanze verwendet, eine Untersuchung der einzelnen Organe aber ist übergangen. Dagegen theilt der Verfasser noch fünf vollständige Analysen der in dem Pflanzensaft gelösten Mineralbestandtheile mit, wobei er sich sogar die Mühe gab, nach einer ehemals gebräuchlichen Methode den in Wasser löslichen und unlöslichen Theil der Asche gesondert zu untersuchen. Erfahren wir nun auch durch diese Arbeit nichts Näheres über die Vertheilung der Mineralstoffe auf die einzelnen Theile der Pflanze, so begegnen wir doch in derselben zum ersten male einer Berechnung der absoluten Mengen, welche die Pflanze während ihrer verschiedenen Wachsthumsperioden aufgenommen hat. Es liegt hierin unzweifelhaft ein abermaliger grosser Fortschritt. Scheven übertrug die Art, wie Liebig, Boussingault, Schleiden, Stöckhardt (bei seiner Untersuchung über den Hafer; s. weiter unten) u. a. bei der Berechnung von Ernteresultaten im Grossen verfahren waren, auf die Ergebnisse seiner analytischen Untersuchungen. Zu bedauern ist freilich, dass diese Methode nur in Bezug auf die organischen Bestandtheile völlig ausgebeutet ist, während die andere Hälfte der Arbeit nicht die gleiche erschöpfende Vollständigkeit besitzt.

Endlich findet sich noch eine ähnliche Arbeit von E. Wolff: Aufnahme der pflanzenernährenden Bestandtheile des Bodens durch die Halmfrüchte in den verschiedenen Perioden des Wachsthums. [1])

[1]) Die Erschöpfung des Bodens durch die Cultur (Leipzig 1856), S. 37 fg.

Dieselbe enthält Aschenanalysen nebst Trockensubstanz- und Stickstoffbestimmungen der Hafer- und Weizenpflanzen von vier verschiedenen Entwickelungsstufen derselben. Auch hier ist, wie bei der Arbeit von SCHEVEN, auf die absoluten Mengen der aufgenommenen Bestandtheile Rücksicht genommen, jedoch sind nur ganze Pflanzen der Analyse unterworfen.

Ausser diesen hier erwähnten Abhandlungen begegnen wir in der Literatur allerdings noch einer grossen Zahl älterer und neuerer Untersuchungen über die Aschenbestandtheile der Pflanzen, dieselben haben, was Anlage und Tendenz betrifft, mit den eben erwähnten grosse Aehnlichkeit. Zwar sind viele von diesen Arbeiten von entschiedener Bedeutung, was namentlich von allen denen gilt, in welchen der Einfluss des Bodens oder anderer äusserer Bedingungen studirt wird. Allein da es nicht meine Absicht ist, eine Umschau auf dem ganzen Gebiet zu halten, sondern vielmehr nur auf alles das Bezug nehmen wollte, was zu meinen eigenen Untersuchungen in directer Beziehung steht, so enthalte ich mich aller weitern Citate. [1])

Es lassen sich ohne Zweifel sehr viele Wege einschlagen, um bei Untersuchungen über Pflanzenaschen zu wissenschaftlich brauchbaren Resultaten zu gelangen. Besonders ersprieslich aber scheint mir die in den oben erwähnten Arbeiten zur Anwendung gekommene Methode zu sein. Sie muss, wenn

---

[1]) Ich erwähne hier noch einer Arbeit von A. STÖCKHARDT, Chemische Lebensbeschreibung der Haferpflanze (Chemischer Ackersmann, 1855, Heft 2 und 3), bei welcher ebenfalls die absoluten Mengen der in der Pflanze enthaltenen Bestandtheile genauer bestimmt sind; indessen sind in derselben keine Aschenanalysen gegeben. Die Lebensbeschreibung beschränkt sich auf Stickstoff- und Trockensubstanzbestimmungen, nebst einigen Angaben über Holzfasergehalt. Der Verfasser verspricht zwar, noch eine zweite Skizze zu liefern, in der „die mineralischen Bestandtheile der Haferpflanze, in Verbindung mit den Bestandtheilen der Bodenarten, auf welchen die Culturversuche angestellt wurden, zur Erörterung gelangen“ sollen; meines Wissens ist aber eine solche Mittheilung bisjetzt nicht erfolgt.

sie richtig befolgt und möglichst ausgebeutet wird, in allen Fällen zu Erfolgen führen. Wir werden auf diesem Wege, wenn auch nicht ohne viele Mühe, doch sicherer und schneller zur Erkenntniss gewisser Gesetzmässigkeiten gelangen, als auf manche andere Weise. Freilich können wir diesem Ziele nur dann erst näher rücken, wenn sich möglichst viele Kräfte an der Erreichung desselben betheiligen werden. Eine einzelne Arbeit kann noch gar nichts beweisen. Sie zeigt uns nur den actuellen Erfolg gewisser gegebener Bedingungen in einem ganz bestimmten vorliegenden Falle. Es dürfte aber sehr schwierig sein, genau dieselben Bedingungen zum zweiten male zu wiederholen, selbst wenn sie uns in ihrer Totalität bekannt wären. Man darf daher wol mit Sicherheit annehmen, dass nicht leicht zwei Untersuchungen dieser Art, selbst wenn bei beiden genau derselbe Weg verfolgt wird, zu ganz übereinstimmenden Resultaten führen werden. Hier bleibt nichts übrig, als das Material zu häufen. Erst wenn ganze Reihen von Zahlen vorliegen, die sich sämmtlich auf einen und denselben möglichst kleinen Theil desselben Untersuchungsobjects beziehen, wird man berechtigt sein, an die Aufstellung allgemeiner Gesetze zu denken, erst dann wird es gelingen, das Wesentliche von dem Zufälligen, die Regel von der Ausnahme zu sondern. Aus diesem Grunde wäre es auch durchaus kein Verlust, wenn eine grössere Zahl von Chemikern, anstatt mit Pflanzen verschiedener Art zu operiren, vielmehr ausführliche Arbeiten über dasselbe Gewächs unternähmen. Wir wären dadurch um so eher im Stande, eine wahre Lebensbeschreibung wenigstens einer Pflanze zusammenzustellen, was auf Grund der bisjetzt vorliegenden Untersuchungen noch nicht möglich ist.

In dem bisher Mitgetheilten habe ich mich bemüht, eine kurze Charakteristik der Erfahrungen zu geben, welche zu der Zeit vorlagen, als ich die nun zu beschreibende agricultur-

chemische Arbeit begann. Es blieb mir nicht lange zweifelhaft, in welcher Weise dieselbe auszuführen sein würde. Der Weg war im allgemeinen vorgezeichnet, und es kam nur darauf an bei der Verfolgung desselben alle die Umstände zu berücksichtigen, welche die Erreichung des Ziels begünstigen konnten, andererseits aber die hemmenden und störenden Einflüsse zu beseitigen.

Als Object der Untersuchung wählte ich die Haferpflanze. Das Material dazu wurde einem $3^1/_2$ Acker grossen Felde entnommen, auf welchem in den letzten Jahren der folgende Fruchtwechsel stattgefunden hatte:

1851 Sommerrübsen mit 3 Ctr. Guano pr. Acker,
1852 Roggen,
1853 Klee,
1854 Roggen mit Stalldünger,
1855 Kartoffeln,
1856 Roggen mit 2 Ctr. Guano pr. Acker,
1857 Hafer.

Das Feld war für den Hafer 1857 zweifurchig bestellt, die erste Furche war gleich nach der Ernte 1856, die zweite vor der Saat 1857 gezogen. Die Pflanzen wurden in fünf verschiedenen Entwickelungsstadien untersucht, und zwar:

I. Periode, geerntet am 18. Juni 1857. Die jungen Pflanzen hatten eine Höhe von 0,31 Meter, die drei untern Blätter waren ziemlich entfaltet, die beiden obern geschlossen: die junge Rispe zeigte sich bereits bei allen zur Untersuchung verwendeten Exemplaren innerhalb des obern Blattes. Von den Stengelgliedern hatten nur die drei untern eine merkliche Länge erreicht (1, 2 und 3 Centimeter), die drei obern waren nur andeutungsweise vorhanden.

II. Periode, geerntet am 30. Juni, kurz vor dem Ende des Schossens. Länge der ganzen Pflanze 0,63 Meter, der einzelnen Stengelglieder von unten nach oben 1, 3, 7, 8, 13, 20 Centimeter. Rispe noch halb in der obern Blattscheide.

III. Periode, geerntet am 10. Juli, unmittelbar nach der

Blüte. Länge der ganzen Pflanze 0,84 Meter, der einzelnen Glieder: 1, 3, 8, 10, 20, 30 Centimeter.

IV. Periode, geerntet am 21. Juli. Beginnende Reife. Die Körner ziemlich entwickelt und schälbar, aber weich. Längenverhältnisse wie bei der dritten Periode.

V. Periode, geerntet am 31. Juli. Völlige Reife.

Die Witterungsverhältnisse während der Vegetation waren in zehn- bis zwölftägigen Mitteln folgende:

	Temperatur.	Dunstdruck.	Relative Feuchtigkeit.	Regenhöhe in Millimetern.	
Mai 4— 8.	6,64 °	2,24 ‴	61,1 p. c.	1,16	
„ 9—18.	10,7	2,86	58,7 „	2,46	
„ 19—28.	15,92	4,42	59,8 „	1,99	I. Per.
„ 29— 7. Juni.	14,41	4,08	60,8 „	5,98	
Juni 8—17.	12,03	3,69	65,7 „	7,52	
„ 18—29.	17,88	4,16	48,6 „	1,81	— II. Per.
„ 30— 9. Juli.	15,16	5,05	70,8 „	26,29	— III. Per.
Juli 10—20.	16,04	4,95	66,2 „	13,04	— IV. Per.
„ 21—30.	16,10	5,38	71,5 „	28,88	— V. Per.

Im ganzen fielen 89,13 Millimeter Regen, was auf einen Acker (= 5540 Quadratmeter)

493060 Kilogramm

beträgt, eine für unser Klima verhältnissmässig sehr geringe Menge.

Wie man aus diesen Zusammenstellungen sieht, war die Witterung fast während der ganzen Vegetationszeit heiss und trocken. Nur in der dritten und vierten Periode fielen einige bedeutendere Regengüsse, während die der ersten Perioden fast sämmtlich so unbedeutend waren, dass ihre Wirkungen stets wenig bemerkbar blieben. Daher erreichte auch der Halm nur eine sehr mässige Länge. Schon gleich von Anfang an blieb die Pflanze sehr zurück, was aus der sehr unbedeutenden Längsausdehnung der untersten Stengelglieder hervorgeht. Infolge der Regentage gegen die Zeit der ersten Ernte erreichte die Pflanze in der unmittelbar darauffolgenden Periode des Schossens wenigstens noch eine Länge von $^2/_3$ Meter, was bei dem ganz

allgemein schlechten Stande des Sommergetreides in hiesiger Gegend als eine günstige Ausnahme bezeichnet werden muss. Uebrigens waren die Pflanzen sämmtlich kräftig und gesund entwickelt, und standen ohne Ausnahme straff; Lager war nicht zu bemerken. Das ganze Wachsthum vom Keimen bis zur vollen Reife war in circa 93 Tagen vollendet.

Auswahl und Theilung des Materials. Das Feld, von dem der Hafer geerntet wurde, hatte in Abständen von 4—5 Fuss sogenannte Beetfurchen. In diesen Furchen, die nur wenige Zoll tief und durchaus nicht scharf eingeschnitten waren, stand das Getreide auffallend kleiner und magerer als auf der übrigen Ackerfläche. Jedenfalls war dies nur durch den viel dichtern Stand bewirkt. Man war seit lange durch verschiedene Mittheilungen darauf aufmerksam gemacht, dass solche äussere Verschiedenheiten der Pflanzen auch von gewissen Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung begleitet seien, namentlich hatte man fast ohne Ausnahme die fetten Pflanzen viel stickstoffreicher gefunden. Es lag nun nahe, solche vergleichende Untersuchungen auch auf die Aschenbestandtheile auszudehnen, und RITTHAUSEN hat hierüber einiges mitgetheilt. Wir finden in den Mittheilungen des landwirthschaftlichen Centralvereins für Schlesien (Heft 9, S. 134 fg.) eine Reihe von Bestimmungen, welche nachweisen, dass sich Differenzen in der Aschenzusammensetzung allerdings zeigen und dass namentlich der Kieselsäuregehalt höchst beträchtlichen Schwankungen unterliegt. Die kräftiger entwickelten Pflanzen enthalten constant in der Asche eine viel geringere Menge Kieselsäure als die magern. Aehnliche Unterschiede erkennt man in den Mengenverhältnissen der übrigen Aschenbestandtheile, doch zeigt sich hier nicht die gleiche Regelmässigkeit. Ich habe selbst einige Analysen in Bezug auf diese Verhältnisse ausgeführt und bin zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt. [1])

[1]) Auf einem (im Jahre 1856) mit Fischguano gedüngten Versuchsfelde bei Möckern waren die Pflanzen stellenweise sehr verschieden entwickelt. Es

Lassen sich nun zwar aus solchen Erfahrungen für jetzt noch keine allgemeinen Gesetze ableiten, so weisen sie doch

wurden zu verschiedenen Zeiten von diesem Felde Halme geerntet, dieselben nach ihrer äussern Beschaffenheit in drei Sorten getheilt und die getrockneten Pflanzen in der Muffel eingeäschert. I und II sind Aschen von ganzen Haferpflanzen, jene kurz vorm Schossen, diese um die Blütezeit geerntet. Die Pflanzen waren in a ganz fette (Halm 7—8 Millimeter dick, 1,3 Meter hoch), b mittlere, c ganz magere (kaum 3 Millimeter stark) getrennt. III ist derselbe Hafer nach der Blüte, und zwar A = Halme, B = Blätter, C = Rispen; b und c haben dieselbe Bedeutung wie bei I und II; a war nicht untersucht.

	I.			II.		
	a.	b.	c.	a.	b.	c.
Kieselsäure . . .	27,09	37,62	40,63	27,00	39,87	42,05
Schwefelsäure [a])	6,18	5,15	5,43	4,85	4,12	5,59
Phosphorsäure	7,88	7,17	7,29	8,22	8,48	8,77
Chlor [a])	6,20	6,90	5,96	6,75	5,80	4,70
Eisenoxyd	0,54	0,35	0,45	0,36	0,54	1,01
Kalk	6,27	5,00	4,74	6,12	5,37	5,15
Magnesia	3,27	2,07	2,17	2,87	2,32	2,34
Alkalien	44,03	37,51	34,66	45,34	34,29	30,43

	III. A.		III. B.		III. C.	
	b.	c.	b.	c.	b.	c.
Kieselsäure . . .	25,47	32,09	51,35	57,56	45,21	42,01
Schwefelsäure [a])	6,71	3,96	4,35	5,95	2,48	2,79
Phosphorsäure	9,09	9,46	2,22	3,46	20,94	21,88
Chlor [a])	8,78	7,25	3,37	1,85	2,67	2,33
Eisenoxyd	0,34	0,39	0,59	0,69	0,54	0,63
Kalk	3,01	3,32	7,62	8,49	7,06	7,80
Magnesia	2,74	2,48	2,29	3,67	6,03	5,29
Alkalien	46,11	42,66	28,96	18,76	20,94	18,39.

[a]) Auf die Zahlen, welche den Gehalt an Chlor und Schwefelsäure angeben, ist kein Gewicht zu legen, da diese Körper in der Asche bestimmt wurden. (Vgl. weiter unten bei Methoden.)

Die Schwankungen im Kieselsäuregehalt machen sich namentlich in Halmen und Blättern bemerklich, während sie bei den Rispen III. C verschwinden, wie denn überhaupt die beiden Aschen III. C, b und III. C, c eine grosse Uebereinstimmung zeigen. Es wäre von Interesse zu untersuchen, ob sich dies Verhalten in ähnlichen Fällen wiederholt. An und für sich ist dies nicht unwahrscheinlich, da man bereits weiss, dass sich in der Zusammensetzung der Früchte, selbst wenn sie auf verschiedenem Boden oder unter dem

mit Evidenz nach, dass die mehr oder weniger kräftige Entwickelung der Pflanzen mit zu den Umständen zu zählen ist,

---

Einflusse verschiedener Düngemittel gewachsen sind, überhaupt eine grössere Uebereinstimmung zeigt, als in den übrigen Pflanzentheilen. Möglichenfalls könnten nun wol auch bei verschiedener äusserer Ausbildung der Gewächse die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung sich hauptsächlich nur auf Blätter und Stengel beziehen und die Früchte davon weniger afficirt werden.

Ausser diesen eben mitgetheilten Analysen mögen noch folgende drei hier ihren Platz finden. Das Material dazu wurde aus den oben erwähnten Beetfurchen des grossen Haferfeldes und zwar am 19. Juni geerntet. Die Resultate sind daher mit denen der ersten Periode zu vergleichen, mit denen ich sie hier zusammenstelle:

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	Stengel		3 untere Blätter		2 obere Blätter	
	fett.	mager.	fett.	mager.	fett.	mager.
Holzfaser	239,80	273,54	221,82	207,38	226,08	205,05
Fett	11,50	7,76	50,57	50,60	51,86	53,23
Stickstofffreie Substanz	566,08	579,51	416,87	551,71	407,56	569,11
Stickstoffhaltige Substanz	138,31	97,67	213,63	104,48	236,68	160,72
Organische Substanz	955,89	958,48	902,89	914,17	922,18	928,11
Kieselsäure	2,60	5,22	23,20	22,73	8,83	9,44
Schwefelsäure	1,78	3,76	2,16	6,19	2,76	5,84
Phosphorsäure	5,87	6,62	5,26	5,70	9,92	8,46
Eisenoxyd	0,27	0,80	0,52	0,74	0,41	0,41
Kalk	2,08	2,18	14,84	12,52	7,68	6,71
Magnesia	2,07	1,89	2,83	3,35	4,53	2,62
Chlor	5,13	1,26	4,53	0,91	5,50	1,71
Natron	4,92	2,01	2,18	0,85	0,19	—
Kali	20,55	18,27	42,61	33,05	39,24	33,70
Asche	44,11	41,51	97,11	85,83	77,82	71,89
100 Theile Asche enthalten:						
Kieselsäure	5,89	12,58	23,89	26,54	11,35	13,13
Schwefelsäure	4,03	9,06	2,22	7,21	3,53	8,12
Phosphorsäure	13,31	15,95	5,41	6,64	12,74	11,77
Eisenoxyd	0,61	1,93	0,53	0,86	0,53	0,57
Kalk	4,72	5,25	15,28	14,59	9,87	9,33
Magnesia	4,69	4,55	2,91	3,90	5,82	3,64
Chlor	11,63	3,04	4,66	1,06	7,07	2,38
Natron	11,15	4,84	2,24	0,99	0,24	—
Kali	46,59	44,03	43,88	38,50	50,42	46,87

welche eine verschiedene chemische Zusammensetzung der Asche im Gefolge haben können. Es liegt daher die Nöthigung vor, auch dieses Moment bei allen hierhergehörigen Untersuchungen wohl zu berücksichtigen. Man wird entweder nur gleichmässig ausgebildete Pflanzen für sich der Analyse unterwerfen dürfen, oder bei Gemengen von ungleichmässig entwickelten darauf zu achten haben, dass die Repräsentanten der verschiedenen Ausbildungsarten in gleichen relativen Mengenverhältnissen zur Verwendung kommen.

Ich schlug bei meiner Untersuchung den ersten Weg ein und wählte nur fette Pflanzen, und zwar nur solche, die in Länge und Dicke des Halms, sowie in Ausbildung der Rispe

---

Hiernach enthalten in gleichen Mengen Trockensubstanz die fetten Pflanzen durchweg

mehr stickstoffhaltige Substanz,
weniger stiffstofffreie Substanz,
weniger organische Substanz, daher
mehr Asche

als die magern; der Holzfasergehalt ist bei den Blättern der fetten Pflanzen höher als bei den der magern; bei den Stengeln dagegen niedriger. Ebenso treten auch hier wieder die Unterschiede im Kieselsäure- und Kaligehalte der Asche hervor, und zwar am deutlichsten beim Halme; bei den untern Blättern dagegen erst bei der Berechnung auf gleiche Theile Asche. Schwefelsäure (als solche in der Pflanze enthalten) ist im vorliegenden Falle in den magern Pflanzen stets mehr vorhanden als in den fetten; bei Chlor zeigt sich das Umgekehrte. Die übrigen Unterschiede treten weniger deutlich hervor.

Zu bemerken ist noch, dass bei diesen Pflanzen die erwähnte bedeutende Verschiedenheit in der äussern Ausbildung (1000 fette Pflanzen wogen 441 Gramm, 1000 magere 112 Gramm) keineswegs die Folge ungleichmässiger Bestellung des Feldes oder ungleichmässiger Vertheilung eines (stickstoffreichen) Düngemittels sein konnte, wie auf dem mit Fischguano gedüngten Felde. Das betreffende Versuchsfeld hatte seit drei Jahren keinen Stalldünger und im Jahre vorher nur eine halbe Guanodüngung erhalten; alle etwaigen Verschiedenheiten müssen sich daher ausgeglichen haben, wie auch aus dem sehr gleichmässigen Stand der Pflanzen hervorging. Nur in den Beetfurchen waren dieselben ausserordentlich dürftig gewachsen, was augenscheinlich nur eine Folge der viel dichtern Aussaat sein konnte. Es ist daher besonders zu beachten, dass auch in diesem Falle die magern Halme sehr viel stickstoffärmer waren als die fetten.

so gut wie gar nicht differirten. Um den modificirenden Einfluss gewisser Verschiedenheiten des Bodens (welche in dem vorliegenden Falle wegen der seit Jahren gleichmässigen Bestellung an und für sich schon höchst untergeordneter Natur sein mussten) zu eliminiren, wurde bei jeder Ernte ein und dieselbe Hälfte des sehr gleichförmig bestandenen Feldes vollständig begangen und von den Partien zwischen den Beetfurchen Schritt vor Schritt einige normal und kräftig entwickelte Pflanzen mit der Wurzel ausgezogen. Da ich von einer Bestimmung des Vegetationswassers absehen wollte, trocknete ich die Ernte sofort durch Ausbreiten im Sonnenschein und nahm die weitern Operationen am lufttrockenen Material vor. Die Bestockung der Pflanzen war im ganzen unbedeutend, aber fast überall gleich. Die Nebensprossen, welche gegen die Haupthalme zurücktraten, wurden von Anfang an beseitigt. Von den Halmen wurden nur die gewählt, welche über der Erde fünf Knoten und somit auch fünf Blätter entwickelt hatten; sie wurden einzeln dicht über der Wurzel abgeschnitten und folgendermassen getheilt:

	Aehrchen.
2 obere Blätter.	1 oberstes Stengelglied.
	2 mittlere Stengelglieder.
3 untere Blätter.	3 untere Stengelglieder.

Hierbei wurden die Stengel dicht über den Knoten durchschnitten, die Blätter sammt Blattscheiden abgezogen und die Aehrchen von der Rispe abgestreift, sodass die Stiele der einzelnen Aehrchen beim obersten Stengelgliede blieben. Damit es möglich war, die analytischen Resultate auf ein bestimmtes Quantum ganzer Pflanzen zu berechnen, wurden die in beschriebener Weise getheilten Pflanzen gezählt und diese Zahl den Rechnungen zu Grunde gelegt.

Bei allen Ernten hielt ich genau das gleiche Verfahren ein. Bei den Pflanzen der ersten Periode konnte natürlich eine Theilung in sechs Theile noch nicht stattfinden, sondern nur in

drei untere Stengelglieder, drei untere Blätter und zwei obere Blätter. Letztere schlossen hier die drei obern Stengelglieder und die junge Rispe ein, welche Theile aber gegen die beiden Blätter so zurücktraten, dass sie nur einen verschwindend kleinen Theil in Bezug auf die Masse derselben ausmachten. — In der spätern Zeit zeigte sich sehr bald ein Absterben der untern Blätter, und namentlich von der dritten Periode an fand ich unter den geernteten Pflanzen viele, denen diese Blätter bereits fehlten. Ich wählte indess bis zum Ende hin nur solche Exemplare, die vollständig unverletzt in allen ihren Theilen waren, was namentlich auch für die reife Pflanze insofern gilt, als keine, welcher bereits einzelne Körner fehlten, zur Verwendung kam. [1])

Die hier beschriebenen Manipulationen, so zeitraubend sie auch waren, durften nicht umgangen werden, wenn die Resultate nicht auf unsicherer Basis ruhen sollten. Ich glaube durch mein Verfahren bei der Auswahl und Vorbereitung des Materials jede Fehlerquelle vermieden zu haben, deren Umgehung überhaupt in unserer Macht liegt; namentlich hoffe ich durch genaue Gewichtsbestimmung der zur Untersuchung selbst verwendeten, gezählten Pflanzen eine sicherere Grundlage für die Berechnung der absoluten Mengen der einzelnen Pflanzenbestandtheile erlangt zu haben, als dies auf andere Weise möglich ist.

Scheven suchte zu demselben Ziele zu gelangen, indem er „von einem gleichmässig bestandenen Felde jedesmal auf einer gleichen Fläche die Menge der producirten Pflanzenmasse bestimmte, die alsdann einer nahezu gleichen Anzahl Pflanzen entsprach“. Wie gross die Fläche war, ist nicht gesagt, doch kann man aus andern Angaben schliessen, dass darunter eine Quadratruthe zu verstehen ist. Die Halme mussten also abgemäht und das Gewicht konnte nur annähernd bestimmt

[1]) Von etwa anderthalbtausend scheinbar ganz gleichmässig beschaffenen Pflanzen der fünften Ernte zeigten sich bei genauer Musterung nur 407 für die Analyse brauchbar.

werden. Eine genaue Mischung war ferner unmöglich, und es mussten nothwendig in spätern Perioden beträchtliche Mengen von abgefallenen Blättern liegen bleiben. Ebenso konnte eine passende Auswahl der Halme nicht getroffen werden, die Nebensprossen und die in der Vegetation zurückgebliebenen Pflanzen, die sich auf jedem Getreidefelde finden, kamen mit den völlig ausgebildeten Halmen gleichzeitig zur Analyse, und da jene in dem Masse, wie diese an Ausdehnung gewinnen, immer mehr zurückbleiben, so repräsentiren die von SCHEVEN berechneten Zahlen nicht, wie er es wünscht, „das mittlere Pflanzenindividuum in seiner fortschreitenden Entwickelung": man erfährt durch dieselben aber annähernd, wie viel dem Boden innerhalb der einzelnen Perioden durch die Ernte an Mineralstoffen entzogen und wie viel von der auf einer bestimmten Fläche erzeugten organischen Pflanzensubstanz in den abgemähten Pflanzen hinweggenommen worden ist.

STÖCKHARDT will in seiner oben angeführten chemischen Lebensbeschreibung der Haferpflanze „von der absoluten Menge der erzeugten Pflanzenmasse und des in dieser enthaltenen Stickstoffs Kenntniss erlangen und daraus die Production für eine bestimmte Fläche berechnen". Um dies zu erreichen „wurden bei jeder Untersuchungsperiode (des Jahres 1853) immer je 50 Pflanzen mittlerer Beschaffenheit abgezählt und deren Gesammtgewicht, wie das ihrer einzelnen Theile bestimmt" (ob auch an denselben 50 Pflanzen die Analysen ausgeführt worden sind — was zu wissen von Wichtigkeit wäre — ist, wie vieles andere, nicht bemerkt). Mittels der so gewonnenen Zahlen sind alsdann die analytischen Resultate auf 1,250000 Pflanzen berechnet.

WOLFF enthält sich bei seinen Untersuchungen aller Angaben über die Ausführung derselben. Er theilt nur die Resultate der Analysen mit und berechnet diese auf 100 Halme. [1])

[1]) Ausserdem findet man dieselben Resultate noch auf die Fläche eines preussischen Morgens berechnet, wodurch der Verfasser seinen Untersuchungen

Wenn ich mich trotz dieser Abweichungen in der Untersuchungsmethode einerseits, und trotz der mehrfältigen Ungewissheiten andererseits, welche diese drei Arbeiten darbieten, späterhin auf dieselben theilweise beziehe, so geschieht dies mehr in der Absicht, um darauf hinzuweisen, wie grosse Differenzen sich hier infolge der Anwendung verschiedener Methoden geltend machen können, und wie dringend nöthig es ist, sich über die zweckmässigste Art der Untersuchung zu einigen, als um gewisse Resultate bestätigen oder widerlegen zu wollen. Streng genommen sind diese Arbeiten weder unter sich noch mit der meinigen vergleichbar. Künftige Untersuchungen, wenn man sie von anderer Seite für erspriesslich hält, werden hoffentlich darüber Klarheit bringen, innerhalb welcher Grenzen man bei derartigen Arbeiten eine Uebereinstimmung beanspruchen darf.

Analytische Methoden.

Als eine der Ursachen, denen die Schwankungen in den Resultaten von Aschenanalysen zuzuschreiben sind, hat man von jeher die Methode der Untersuchung und deren Ausführung erkannt. Es ist vielfach nachgewiesen, dass hierin eine bedeutende Fehlerquelle liegen kann, und eine grosse Anzahl

einen praktischen Werth zu geben und Thatsachen zur Stütze seiner Theorie über die Erschöpfung des Bodens durch die Cultur herbeizuziehen beabsichtigt. Ich unterlasse es, auf diese Aufstellungen Rücksicht zu nehmen, theils weil dieselben zu meiner Arbeit in keiner directen Beziehung stehen, theils aber auch, weil der Verfasser dabei Voraussetzungen macht, die sich kaum der Billigung irgendeines Chemikers erfreuen möchten. (A. a. O., S. 50 u. 51.) Zugleich liefern aber diese von Wolff daselbst ausgeführten Berechnungen einen Beweis dafür, dass man allen derartigen Uebertragungen von analytischen Resultaten auf das Gesammtgewicht im Grossen eingeernteter Pflanzenmassen nur ein sehr geringes Gewicht beilegen darf. Die zur Analyse verwendete Probe wird kaum in irgendeinem Falle — und dann rein zufällig — die chemische Zusammensetzung der ganzen Ernte repräsentiren.

von Chemikern hat sich mit der Verbesserung dieser Methoden beschäftigt. Es fehlt daher nicht an Vorschlägen der mannichfachsten Art, und die Wahl wird namentlich durch die Menge dieser Vorschläge erschwert.

Die Irrthümer, welche man bei Aschenanalysen begehen kann, lassen noch zwei Richtungen auseinander halten: sie können einmal in der Bereitungsweise der Asche und dann in der Ausführung der Analyse selbst begründet sein. Die erstern sind nach keiner der bisjetzt in Vorschlag gebrachten Einäscherungsmethoden völlig zu vermeiden, sie beschränken sich indess ausschliesslich auf Schwefelsäure, Chlor und vielleicht auch auf Phosphorsäure. Die andere Art von Fehlern aber fällt rein dem Analytiker selbst zur Last. Liegt eine regelrecht gebrannte Asche vor (die aber namentlich frei von Kohle sein muss), so bietet die analytische Chemie jetzt vollkommen ausreichende Mittel, um alle Bestandtheile derselben mit grösster Schärfe zu bestimmen. Wir können also diesen Theil der Frage gänzlich unberücksichtigt lassen.

Es kommt vielmehr nur darauf an, die Pflanzen entweder so einzuäschern, dass keiner ihrer Mineralbestandtheile verloren geht, oder in der Asche selbst nur die Körper zu bestimmen, welche bei vorsichtigem Arbeiten keine Modification erleiden können, die andern Bestandtheile aber nicht erst der Gefahr auszusetzen, die ihnen beim Verbrennen der Pflanze droht, sondern in anderer Weise zu bestimmen.

Ich habe bei meinen Untersuchungen den letzten Weg gewählt, nachdem ich mich vielfach überzeugt hatte, dass selbst das vorsichtigste Einäschern und sämmtliche bisjetzt in Vorschlag gebrachte Zusätze nie vollständig vor Irrthümern schützen. Die hierbei zur Anwendung gekommene Methode habe ich in Gemeinschaft mit den Herren Dr. Knop und H. Ritter ausgearbeitet und vielfach geprüft. Da dieselbe anderweit noch nicht zur Veröffentlichung gelangt ist, so theile ich hier das Nöthigste darüber mit. Sie besteht im allgemeinen darin, von dem zu analysirenden Pflanzentheil eine Portion zur

Bestimmung der Basen einzuäschern, eine zweite zur Bestimmung der Phosphorsäure und des Gesammtgehaltes an Schwefel durch Einwirkung von Salpetersäure und nachheriges Schmelzen mit salpetersaurem und kohlensaurem Natron vollständig zu oxydiren, eine dritte endlich möglichst fein zu pulvern, durch Wasser, dem ein wenig Salpetersäure zugesetzt war, auszuziehen und in dem Auszuge Chlor und Schwefelsäure zu bestimmen. Der lufttrockene Pflanzentheil wurde daher in höchstens linienlange Stücke geschnitten, eine Zeit lang in einem lose bedeckten flachen Gefässe der Temperatur des Zimmers ausgesetzt und gut gemischt. Hierauf nahm man zu gleicher Zeit das Gesammtgewicht desselben, wog 15—20 Gramme zur Wasserbestimmung, eine andere Menge zur Phosphor- und Schwefelbestimmung und eine dritte zum Einäschern ab. Die zur Wasserbestimmung verwandte Menge wurde nachher unter Vermeidung von Verlust gepulvert, wiederum sehr gleichmässig gemischt und der grösste Theil derselben zur Bestimmung von Schwefelsäure und Chlor gebraucht. An einer gleichzeitig abgewogenen kleinern Menge dieses Pulvers wurde zunächst das beim Pulvern aufgenommene hygroskopische Wasser bestimmt und dieselbe darauf zur Bestimmung theils von Fett und Holzfaser, theils von Stickstoff verwendet.

1. Wasserbestimmung. Sie wurde in grossen Liebig'schen Trockenröhren ausgeführt, welche die Anwendung eines Luftstroms gestatteten. Trocknet man grössere Mengen Pflanzentheile bei 100°, so hat die Gewichtsabnahme nach einigen Tagen noch nicht ihr Ende erreicht, deshalb wendet man gewöhnlich eine Temperatur von 110° an. Zwar geht das Trocknen hier entschieden schneller von statten, allein man bemerkt stets eine schwache Bräunung der Substanz, welche ohne Zweifel von einer beginnenden Zersetzung begleitet ist. Wenigstens beobachtete ich zu wiederholten malen eine schwach saure Reaction des entweichenden Wassers. Ich steigerte daher die Temperatur beim Trocknen höchstens bis 95—98° und liess einen Strom trockener Luft durch die Substanz streichen, und

erreichte stets in spätestens einigen Stunden ein constantes Gewicht.

2. Bestimmung der Basen. Das Einäschern der lufttrockenen Substanz geschah über der Weingeistlampe und zwar anfangs in meissener Porzellanschalen, welche gewöhnlich zur Vermeidung von Verlust mit einem engen Drahtnetz bedeckt wurden. Das vollständige Weissbrennen fand im Platintiegel statt. Die Asche kam nicht früher zur Analyse, bis sämmtliche Kohle bis auf kaum bemerkbare Spuren verschwunden war. In Fällen, wo, wie bei Körnern, dies schwierig war, wurden aus der halbfertigen Asche vorerst die löslichen Salze mit Wasser ausgezogen und der Rückstand weiss gebrannt.

Die so bereitete Asche wurde in bekannter Manier mit Salzsäure (und einigen Tropfen Salpetersäure) aufgeschlossen, die Kieselsäure abgeschieden, mit Ammoniak und Essigsäure das phosphorsaure Eisen bestimmt (daraus das Eisen nach der Formel Fe_2O_3, PO_5 berechnet), der Kalk durch oxalsaures Ammoniak und die Magnesia nach vorgängigem Concentriren durch Phosphorsäure bestimmt. Zur Abscheidung dieser Phosphorsäure behufs der Alkalien habe ich theils Uran, theils Eisen verwendet; hierbei ist die Gegenwart der Oxalsäure störend, welche die Fällung des phosphorsauren Uran- oder Eisenoxydes sowol aus essigsaurer, wie aus ammoniakalischer Lösung verhindert. Ich fällte daher erst die Oxalsäure durch reines Chlorcalcium und setzte darauf in Essigsäure gelöstes Eisen- oder Uranoxyd so lange zu, bis die rothe oder gelbe Färbung der überschüssigen essigsauren Salze bemerkbar wurde. Der Ueberschuss wurde gleich nachher mit Ammoniak gefällt. Diese drei verschiedenen Niederschläge darf man ohne Bedenken unmittelbar hintereinander erzeugen und ungetrennt aufs Filter bringen, sie wirken in der ammoniakalischen Flüssigkeit, die man zuletzt hat, nicht aufeinander ein, setzen sich, namentlich wenn man die beiden ersten Fällungen in der Hitze bewirkt, vortrefflich ab und lassen sich schnell und gut auswaschen. In dem Falle aber, wenn man bei der Fällung des

Kalks, namentlich aber der Magnesia, grosse Ueberschüsse des Reagens angewendet hatte und dadurch der erwähnte zusammengesetzte Niederschlag ein zu bedeutendes Volumen erhält, dürfte es räthlich sein, die Fällungen gesondert vorzunehmen. Man stösst nämlich in diesem Falle auf grosse Schwierigkeiten beim Auswaschen, und leicht gehen, besonders gegen das Ende, kleine Mengen des feinen Pulvers mechanisch durchs Filter. Der überschüssige Kalk wurde durch Oxalsäure ausgefällt.

Ein anderes Verfahren zur Unschädlichmachung der Oxalsäure besteht darin, dass das Filtrat von der phosphorsauren Magnesia im Wasserbade zur Trockne gedampft, der Salzrückstand mit wenig Königswasser übergossen, abermals eingedampft und diese Operation noch einmal wiederholt wird. Die Oxalsäure ist hierdurch vollständig zerstört, und man fällt die Phosphorsäure ohne weiteres mit Eisen oder Uran und die überschüssigen Fällungsmittel gleich darauf mit Ammoniak.

Die Alkalien selbst wurden als Schwefelsäuresalze bestimmt und mit Hülfe der darin enthaltenen Menge Schwefelsäure der Gehalt an Kali und Natron nach bekannten Methoden berechnet. Gewöhnlich zeigte sich beim Lösen der Schwefelsäuresalze ein geringer Rückstand, derselbe bestand nicht aus metaphosphorsaurem Kali, sondern war Kieselsäure, aus der Porzellanschale gelöst.

Die Kieselsäure wurde, da sie fast immer selbst bei der sorgfältigsten Reinigung des Materials mit etwas Sand gemengt war, bei 110° getrocknet, vorsichtig vom Filter genommen, mit ziemlich concentrirter Kalilauge einige Stunden gelinde erwärmt und die Lösung durch dasselbe Filter filtrirt; der Rückstand, welcher in allen Fällen nur aus wenigen Milligrammen Sand bestand, wieder bei 110° getrocknet und die Differenz als Kieselsäure berechnet.

3. Bestimmung von Schwefel und Phosphor. Die besten der bisjetzt bekannten Methoden zur Bestimmung des Schwefels in organischen Verbindungen gehen darauf hinaus.

den Schwefel zu Schwefelsäure zu oxydiren, was man entweder durch Schmelzen mit Salpeter und Natron oder durch Behandlung mit concentrirter Salzsäure und chlorsaurem Kali zu erreichen pflegt. Beide Methoden lassen sich aber bei den so schwefelarmen Pflanzentheilen nicht ohne grosse Unbequemlichkeiten zur Ausführung bringen. Denn da man mindestens 5 Gramm Substanz zur Untersuchung verwenden muss, so hat man circa 2,5 Gramme Kohlenstoff und 0,3 Wasserstoff zu oxydiren. Ausser dem in der Verbindung schon enthaltenen Sauerstoff, welcher nicht viel mehr als den Wasserstoff zu verbrennen vermag, wird man also noch mindestens 4—5 Gramm Sauerstoff nöthig haben. Dazu gehören aber im günstigsten Falle 10 Gramm Salpeter, den man, um das Verpuffen zu verhüten, mit der zehn- bis funfzehnfachen Menge kohlensauren Natrons mengen muss. Man erhält daher eine Salzmasse, die selten weniger als $^1/_3$ Pfund betragen wird: eine Menge, die bei analytischen Arbeiten nicht wohl zulässig ist. Aehnlich verhält es sich bei der andern Oxydationsmethode mittels Salzsäure und chlorsaurem Kali.

In der neuesten Zeit sind von Mayer, der sich ebenfalls mit Schwefelbestimmungen in Pflanzentheilen beschäftigte, verschiedene Methoden geprüft und unter anderm auch ein Verfahren versucht worden, dem er seine Billigung nicht schenkt. Zufällig ist dies Verfahren gerade dasjenige, welches wir vielfach angewendet und in allen Fällen leicht ausführbar und genügend gefunden haben.

Man übergiesst in einer Porzellanschale die zerschnittenen Pflanzentheile mit sehr concentrirter Salpetersäure und dampft im Wasserbade zur Trockne. Gewöhnlich wird eine nochmalige gleiche Behandlung nöthig sein. Ehe die Masse völlig trocken ist, mischt man ihr halb soviel kohlensaures Natron zu, als man Substanz genommen, und trocknet unter Umrühren ein. Beim Befeuchten mit Wasser löst sich die Masse leicht von der Schale; man setzt soviel Wasser zu, dass das Ganze einen homogenen dünnen Brei bildet, und rührt das Fünffache

von dem Gewichte der Substanz an zerriebenem kohlensauren Natron sorgfältig unter. Die Salzmasse darf jetzt nicht erharten, sondern muss teigig und gut mischbar bleiben. Wenn die gelbliche Masse so weit gemengt ist, dass keine Farbenunterschiede mehr bemerkbar sind, trocknet man sie, immer in derselben Schale, bei anfangs gelinder, zuletzt etwas verstärkter Wärme völlig aus und zerreibt sie in einem trockenen Mörser zum feinsten Pulver. Die letzten Spuren aus der Schale entfernt man am besten, indem man dieselbe von den Dämpfen kochenden Wassers ganz feucht beschlagen lässt und mit trockenem kohlensauren Natron mittels des Mörserpistills ausreibt. Das feine, selten über 30 Gramme ausmachende Pulver wird in einem Silbertiegel über sehr gelinder Spiritusflamme langsam erhitzt. Man sieht schon nach 10 Minuten die Substanz von aussen nach innen weiss werden. Gegen das Ende verstärkt man die Hitze, doch nicht bis zum Schmelzen der Mischung, und beendigt die Operation nicht eher, als bis die Masse vollkommen weiss geworden ist. Beobachtet man die oben angegebenen Zahlenverhältnisse und hat man die Einwirkung der Salpetersäure nicht zu sehr verkürzt, so gelingt die Arbeit sicher und stets gleich gut. Die Salpetersäure hat die organische Substanz schon grösstentheils zerstört und sauerstoffreiche Verbindungen gebildet; daher kann man die Menge des zur völligen Oxydation nöthigen Salpeters und folglich auch die des Natrons so verringern, dass man nicht genöthigt ist, mit unbequemen Quantitäten zu arbeiten. Verpuffungen können bei vorsichtig geleiteter Operation nie vorkommen. Man muss aber namentlich darauf achten, dass die Menge des zuletzt zugesetzten Natrons die zur Bildung von salpetersaurem Natron anfänglich verwendete mindestens um das Zehnfache übertrifft. Bemerkt man bei dem Vermischen der eingetrockneten und nachher mit Wasser aufgeweichten Masse noch eine Kohlensäureentwickelung (durch nicht völlig verjagte freie Salpetersäure), so ist Gefahr der Verpuffung vorhanden. Man thut dann gut, die Quantität des hinzuzumischenden Natrons gleich

entsprechend zu erhöhen. Brennt sich im Gegentheil die Masse zuletzt nicht weiss, was vielleicht von ungenügender Salpetersäureeinwirkung herrührt, so ist dem leicht dadurch abzuhelfen, dass man noch einige Decigramm Salpeter darunter reibt und abermals erhitzt. Kohle darf in der Masse unbedingt nicht mehr enthalten sein; denn mehrfache Beobachtungen haben uns gezeigt, dass dadurch stets ein Verlust an Schwefel bedingt ist.

Zur Abscheidung der Kieselsäure dampft man die mit Salzsäure behandelte Salzmasse ein und fällt die Schwefelsäure durch Baryt. Das Filtrat versetzt man zur Reduction der geringen Menge Eisen mit einigen Tropfen Uranchlorür und einer überschüssigen Menge essigsauren Uranoxyds und fügt Ammoniak und Essigsäure zu. Der Niederschlag ist stets eisenfrei. Man wäscht ihn am besten durch Decantiren: er setzt sich besonders nach Zusatz von Salmiak leicht und schnell.

4. Bestimmung von Schwefelsäure und Chlor. Die Schwefelsäure, welche als solche in den Pflanzen enthalten ist, kann in der Asche nie mit Sicherheit bestimmt werden, mag man nun die Substanz mit oder ohne Zusatz eingeäschert haben. Bei allen kohlensäurereichen Aschen, sowie bei denen, die durch Zusatz von Baryt bereitet sind, wird man stets einen Ueberschuss von Schwefelsäure erhalten, und zwar bei letzteren einen um so grössern, je weniger man die Substanz vor dem Barytzusatze verkohlt hatte; denn stets wird ein Theil des in der organischen Substanz enthaltenen Schwefels oxydirt und von den Basen gebunden werden. Sind die Aschen aber phosphorsäurereich und frei von Kohlensäure und hat man sie ohne Zusatz gebrannt, so findet das Umgekehrte statt. Hier wird zwar keine erst beim Einäschern entstandene Schwefelsäure gebunden, dagegen treibt aber die Phosphorsäure je nach der Dauer der Einwirkung einen grössern oder geringern Theil der als solche in der Pflanze vorhandenen Schwefelsäure aus. Daher zeigen auch die meisten der frühern Aschenanalysen von Stroh, Blättern und ähnlichen Theilen einen auffallend

hohen, dagegen die von Körnern einen sehr niedrigen Gehalt von Schwefelsäure an.

So fand

Boussingault in Haferstroh 4,34 p. C. Schwefelsäure,
Levi „ „ 2,16 „ „

und Norton 6,15 p. C., 7,82 p. C., 8,51 p. C., 4,87 p. C., 7,98 p. C., 9,09 p. C., 7,84 p. C., 18,45 p. C., 16,10 p. C. Schwefelsäure in der Asche, während ich bei meinen Untersuchungen nach der gleich zu beschreibenden Methode viermal gar keine, ausserdem aber durchschnittlich nur

1,1 p. C. Schwefelsäure

finden konnte. — Ebenso enthält das Saubohnenstroh nach Hartwig 2,11 p. C., nach Sprengel 1,09 p. C. Schwefelsäure, während nach in Möckern ausgeführten Untersuchungen von Dr. W. Knop und H. Ritter darin auch nicht eine Spur Schwefelsäure nachzuweisen ist. Ganz das Gleiche gilt für Rapsstroh: dasselbe enthält nach H. Ritter und W. Knop circa 1,2 p. C. Schwefelsäure, es fanden aber darin:

Rammelsberg	6,04	p. C.
Weber	5,62	„
Heintz	5,85	„
Fr. Schulze	11,82	„

Andererseits geben in den Rapskörnern an:

Fr. Schulze	0	p. C.	Schwefelsäure,
Rammelsberg	0,54	„	„
Erdmann	0,80	„	„
Weber	1,36	„	„
Müller	0,77	„	„

während durch directe Bestimmung im gepulverten Samen erhielten:

H. Ritter	6,08	p. C.	Schwefelsäure;
	6,43	„	„
Arendt	6,31	„	„

Ferner fanden in den Saubohnen

Bichon	1,34	p. C.	Schwefelsäure
Boussingault	1,66	„	„
Büchner	0	„	„

Dagegen durch directe Bestimmung in dem sauren Auszug der Früchte:

H. Ritter	3,70	p. C.	Schwefelsäure.
	3,04	„	„
	3,74	„	„
	3,96	„	„

Endlich findet man über den Schwefelsäuregehalt der reifen Haferkörner folgende Angaben:

Fr. Schulze	0	p. C.	Schwefelsäure
Boussingault	1,0	„	„
Knop und Schnedermann	1,1	„	„
Porter	0,49	„	„
Salm Horstmar	1,70	„	„
Norton: Hafer von Northumberland	0	„	„
„ „ Wigtonshire	0	„	„
„ „ Airshire	0	„	„

Durch directe Bestimmung im schwach sauren wässerigen Auszuge fand ich im reifen Hafer

4,96 p. C. Schwefelsäure.

Diese Belege scheinen in der That dafür zu sprechen, dass nach den bisherigen Methoden der Schwefelsäuregehalt in Pflanzentheilen mit Sicherheit nicht richtig bestimmt werden kann. Das Verfahren, dessen Ausführbarkeit wir mehrfach erprobt haben und mit dem wir gut übereinstimmende Zahlen erhielten, ist folgendes: Die zu feinem Pulver gestossene Substanz wird lose, aber gleichförmig in Büretten von 100 CC. Inhalt gefüllt, deren unteres Ende von innen durch ein rundes,

im feuchten Zustande fest ans Glas gedrücktes Stück Filtrirpapier verschlossen ist, mit grobem gewaschenen Quarzsand bedeckt und durch salpetersäurehaltiges Wasser deplacirt. Gewöhnlich fliesst die Flüssigkeit leicht durch; im andern Falle bewirkt man dies durch Druck, indem man durch ein Kautschukrohr von oben in die Bürette bläst. Die durchlaufende Flüssigkeit ist vollkommen klar und wird schon, nachdem kaum 80 CC. abgeflossen sind, vollkommen farblos. Sicher enthält sie, wenn ihr Volumen höchstens 200 CC. beträgt, alle Schwefelsäure und alles Chlor. Die nachlaufenden Waschwässer gaben in allen Fällen selbst nach sehr langem Stehen weder mit Silber noch mit Baryt auch nur die geringste Trübung mehr. Dass die Salpetersäure in solcher Verdünnung nicht oxydirend auf den in organischer Verbindung enthaltenen Schwefel wirkt, geht daraus hervor, dass der saure Auszug schwefelhaltiger, aber schwefelsäurefreier Substanzen, z. B. von Bohnenstroh (welches 0,18 — 0,24 p. C. Schwefel in der Trockensubstanz enthält), selbst nach tagelangem Stehen und Kochen keine Reaction auf Schwefelsäure gibt. Die Schwefelsäure bestimmt man mit salpetersaurem Baryt und danach das Chlor mit Silber. Das Chlorsilber wird, wenn es anfangs durch organische Substanzen etwas braun gefärbt erscheint, nach dem Decantiren der darüberstehenden Flüssigkeit und nochmaligem Kochen mit etwas concentrirter Salpetersäure völlig weiss.

5. Das „Fett“ wurde durch Extraction mit Aether bestimmt; die Holzfaser durch Kochen mit Kali und Säure. Diese Methode, sowenig sie auch auf absolute Genauigkeit Anspruch machen kann, gewährt doch immerhin noch befriedigendere Resultate als die andern bisjetzt vorgeschlagenen.

Analytische Belege.

I.

I. Periode. Untere Stengel.

1. Gesammtmenge: 315 Pflanz. = 25,29 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 80,3 „ „

2. 2,334 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,0268 Fett — 1,150 p. C. Fett.
   0,559 Holzfaser = 23,980 p. C. Holzfaser.

3. 0,885 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,3080 Plat. Salm. = 0,01935 = 2,185 p. C. N.
   = 13,831 p. C. Prot.

4. 3,468 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,1015 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,02037 = 0,587 p. C. PO_5.
   0,0645 BaO, SO_3 = 0,02216 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,184 p. C. S.
   = 1,3 p. C. v. Prot.

5. 3,471 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,0180 BaO, SO_3 = 0,00617 = 0,178 p. C. SO_3.
   0,0722 Ag Cl = 0,01780 = 0,513 p. C. Cl.

6. 11,897 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,031 SiO_3 = 0,260 p. C. SiO_3.
   0,006 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00317 = 0,027 p. C. Fe_2O_3.
   0,044 CaO, CO_2 = 0,02469 = 0,208 p. C. CaO.
   0,0685 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,02462 = 0,207 p. C. MgO.
   0,5870 G [a]) = 0,0585 = 0,492 p. C. NaO.
   0,8268 B [a]) = 0,2445 = 2,055 p. C. KaO.

---

[a]) G = Gemenge aus KaO, SO_3 und NaO, SO_3; B = BaO, SO_3.

2.

I. Periode. Untere Blätter.

1. Gesammtmenge: 315 Pflanz. = 62,75 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 199,20 „ „

2. 5,022 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,254 Fett = 5,057 p. C. Fett.
1,114 Holzfaser = 22,182 p. C. Holzfaser.

3. 0,444 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,1133 Pt. = 0,01610 = 3,375 p. C. N.
= 21,363 p. C. Prot.

4. 5,445 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,1421 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,02864 = 0,526 p. C. PO_5.

6,181 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,1438 BaO, SO_3 = 0,04940 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,235 p. C. S.
= 1,1 p. C. v. Prot.

5. 3,693 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,0232 BaO, SO_3 = 0,00797 = 0,216 p. C. SO_3.
0,0677 AgCl = 0,01673 = 0,453 p. C. Cl.

6. 25,160 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,5837 SiO_3 = 2,320 p. C. SiO_3.
0,0230 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0131 = 0,052 p. C. Fe_2O_3.
0,6650 CaO, CO_2 = 0,37317 = 1,484 p. C. CaO.
0,1980 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,07114 = 0,283 p. C. MgO.
0,2090 G, 0,2833 B = 0,0055 = 0,218 p. C. NaO.
0,1072 = 4,261 p. C. KaO.

3.

I. Periode. Obere Blätter.

1. Gesammtmenge: 315 Pflanz. = 55,53 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 176,3 „ „

2. 5,091 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,264 Fett = 5,186 p. C. Fett.
   1,151 Holzfaser = 22,608 p. C. Holzfaser.

3. 0,529 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,315 Plat. Salm. = 0,01979 = 3,739 p. C. N.
   = 23,668 p. C. Prot.

4. 3,253 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,1600 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,032256 = 0,992 p. C. PO_5.
   0,0942 BaO, SO_3 = 0,032294 SO_3 entspr. (nach Abzug von SO_3) = 0,287 p. C. S.
   = 1,2 p. C. v. Prot.

5. 6,091 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,049 BaO, SO_3 = 0,01683 = 0,276 p. C. SO_3.
   0,1355 AgCl = 0,03350 = 0,55 p. C. Cl.

6. 17,885 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,149 SiO_3 = 0,883 p. C. SiO_3.
   0,014 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00739 = 0,041 p. C. Fe_2O_3.
   0,2445 CaO, CO_2 = 0,13739 = 0,768 p. C. CaO.
   0,1700 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,08109 = 0,453 p. C. MgO.
   1,308 G = 0,0035 = 0,019 p. C. NaO.
   1,7512 B = 0,7019 = 3,924 p. C. KaO.

4.

II. Periode. Untere Stengel.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 61,66 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 123,32 „ „

2. 2,545 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,005	Fett	= 0,196 p. C. Fett.
1,090	Holzfaser	= 42,829 p. C. Holzfaser.

3. 0,456 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0578	Plat. Salm.	= 0,003629 = 0,796 p. C. N.
		= 5,039 p. C. Prot.

4. 6,407 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,052	$(U_2O_3)_2, PO_5$	= 0,01048 = 0,164 p. C. PO_5.
0,0350	BaO, SO_3	= 0,0120 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,052 p. C. S.
		= 1,0 p. C. v. Prot.

5. 7,441 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0154	BaO, SO_3	= 0,00429 = 0,058 p. C. SO_3.
0,060	AgCl	= 0,0206 = 0,277 p. C. Cl.

6. 23,800 Gr Tr.-Subst. geben:

0,043	SiO_3	= 0,181 p. C. SiO_3.
0,007	Fe_2O_3, PO_5	= 0,0038 = 0,016 p. C. Fe_2O_3.
0,069	CaO, CO_2	= 0,03872 = 0,163 p. C. CaO.
0,069	$(MgO)_2, PO_5$	= 0,0248 = 0,104 p. C. MgO.
0,743 G 1,012 B		= 0,0267 = 0,112 p. C. NaO. 0,3688 = 1,550 p. C. KaO.

5.

II. Periode. Mittlere Stengel.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 88,05 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 176,10 „ „

2. 2,593 Gr. Tr-Subst. geben:

   0,058 Fett = 2,246 p. C. Fett.
   0,855 Holzfaser = 32,973 p. C. Holzfaser.

3. 0,777 Gr. Tr-Subst. geben:

   0,188 Plat. Salm. = 0,01181 = 1,520 p. C. N.
   = 9,622 p. C. Prot.

4. 9,841 Gr. Tr-Subst. geben:

   0,109 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,02197 = 0,223 p. C. PO_5.
   0,0792 BaO, SO_3 = 0,02721 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,101 p. C. S.
   = 1,3 p. C. v. Prot.

5. 8,412 Gr. Tr-Subst. geben:

   0,0065 BaO, SO_3 = 0,00227 = 0,027 p. C. SO_3.
   0,0993 Ag Cl = 0,02456 = 0,292 p. C. Cl.

6. 26,981 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,0518 SiO_3 = 0,1927 p. C. SiO_3.
   0,005 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0023 = 0,009 p. C. Fe_2O_3.
   0,1145 CaO, CO_2 = 0,06425 = 0,236 p. C. CaO.
   0,105 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,03777 = 0,140 p. C. MgO.
   0,9738 G = 0,0235 = 0,087 p. C. NaO.
   1,3188 B = 0,4975 = 1,844 p. C. KaO.

6.

II. Periode. Obere Stengel.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 66,275 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 132,55 „ „

2. 4,132 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,076 Fett = 1,839 p. C. Fett.
1,564 Holzfaser = 37,851 p. C. Holzfaser.

3. 0,467 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,065 Plat. Salm. = 0,00408 = 0,874 p. C. N.
= 5,532 p. C. Prot.

4. 6,513 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,162 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,03265 = 0,501 p. C. PO_5.
S nicht bestimmt.

5. 7,013 Gr. Tr.-Subst. geben:

unwägbare Spur BaO, SO_3.
0,0305 AgCl = 0,00753 = 0,107 p. C. Cl.

6. 27,247 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,058 SiO_3 = 0,213 p. C. SiO_3.
0,005 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00264 = 0,009 p. C. Fe_2O_3.
0,124 CaO, CO_2 = 0,06948 = 0,255 p. C. CaO.
0,157 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,05642 = 0,207 p. C. MgO.

18,685 Gr. Tr.-Subst. geben:

$\left\{\begin{matrix}0{,}785\ G\\1{,}059\ B\end{matrix}\right\}$ = $\left\{\begin{matrix}0{,}0134 = 0{,}072\text{ p. C. NaO.}\\0{,}4078 = 2{,}183\text{ p. C. KaO.}\end{matrix}\right.$

7.

II. Periode. Untere Blätter.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 110,055 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 220,11 „ „

2. 2,789 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,203 Fett = 7,278 p. C. Fett.
   0,894 Holzfaser = 32,055 p. C. Holzfaser.

3. 0,389 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,1480 Plat. Salm. = 0,00929 = 2,388 p. C. N.
   = 15,116 p. C. Prot.

4. 4,404 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,0692 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01396 = 0,317 p. C. PO_5.
   0,137 BaO, SO_3 = 0,04707 SO_3 entsprech. (nach
   Abzug von SO_3) = 0,236 p. C. S.
   = 1,56 p. C. v. Prot.

5. 7,041 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,098 BaO, SO_3 = 0,03366 = 0,478 p. C. SO_3.
   0,099 AgCl = 0,02447 = 0,347 p. C. Cl.

6. 28,761 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,824 SiO_3 = 2,865 p. C. SiO_3.
   0,047 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0249 = 0,087 p. C. Fe_2O_3.
   0,6142 CaO, CO_2 = 0,35016 = 1,217 p. C. CaO.
   0,172 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,0618 = 0,215 p. C. MgO.

   20,112 Gr. Tr.-Subst. geben:
   1,5340 G = 0,01890 = 0,094 p. C. NaO.
   2,0640 B = 0,80589 = 4,007 p. C. KaO.

8.

II. Periode. Obere Blätter.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 201,5 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 403,0 „ „

2. 2,905 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,180 Fett = 6,196 p. C. Fett.
1,118 Holzfaser = 38,485 p. C. Holzfaser.

3. 0,657 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,229 Plat. Salm. = 0,01438 = 2,189 p. C. N.
= 13,856 p. C. Prot.

4. 5,682 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,1527 $(U_2O_3)_2, PO_5$ 0,03080 = 0,542 p. C. PO_5.
0,105 BaO, SO_3 = 0,03606 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,113 p. C. S.
= 0,83 p. C. v. Prot.

5. 7,150 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,0732 BaO, SO_3 = 0,02515 = 0,352 p. C. SO_3.
0,1030 AgCl = 0,02546 = 0,356 p. C. Cl.

6. 6,694 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,095 SiO_3 = 1,419 p. C. SiO_3.

46,088 Gr. Tr.-Subst. geben:
0,033 Fe_2O_3, PO_5 = 0,01744 = 0,038 p. C. Fe_2O_3.
0,926 CaO, CO_2 = 0,5196 = 1,128 p. C. CaO.
0,287 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,10314 = 0,224 p. C. MgO.

19,946 Gr. Tr.-Subst. geben:
1,141 G = 0,031 = 0,160 p. C. NaO.
1,547 B = 0,579 = 2,903 p. C. KaO.

9.

II. Periode. Aehrchen.

1. Gesammtmenge: 435 Pflanz. = 175,27 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 403 „ „

2. 2,664 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,054 Fett = 2,027 p. C. Fett.
   0,722 Holzfaser = 27,102 p. C. Holzfaser.

3. 0,531 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,174 Plat. Salm. = 0,01093 = 2,057 p. C. N.
   = 13,021 p. C. Prot.

4. 5,058 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,147 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,02964 = 0,586 p. C. PO_5.
   0,092 BaO, SO_3 = 0,03160 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,206 p. C. S.
   = 1,5 p. C. v. Prot.

5. 8,999 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,029 BaO, SO_3 = 0,00996 = 0,111 p. C. SO_3.
   0,068 Ag Cl = 0,0168 = 0,187 p. C. Cl.

6. 14,450 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,159 SiO_3 = 1,100 p. C. SiO_3.
   19,941 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,007 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0036 = 0,018 p. C. Fe_2O_3.
   0,124 CaO, CO_2 = 0,06948 = 0,348 p. C. CaO.
   0,123 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,0442 = 0,222 p. C. MgO.
   10,701 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,2895 G = 0,0053 = 0,049 p. C. NaO.
   0,3908 B = 0,1499 = 1,308 p. C. KaO.

10.

III. Periode. Untere Stengel.

1. Gesammtmenge: 385 Pflanz. = 53,98 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 140,2 „ „

2. 1,542 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,058 Fett = 0,374 p. C. Fett.
0,661 Holzfaser = 42,834 p. C. Holzfaser.

3. 0,880 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0545 Pt. = 0,00774 = 0,880 p. C. N.
= 5,57 p. C. Prot.

4. 6,524 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0492 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,00992 = 0,152 p. C. PO_5.
0,0465 BaO, SO_3 = 0,01597 SO_3
entsprechen = 0,098 p. C. S.
= 1,7 p. C. v. Prot.

5. 9,002 Gr. Tr.-Subst. geben:

keine SO_3.
0,105 AgCl = 0,0259 = 0,288 p. C. Cl.

6. 28,862 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,065 SiO_3 = 0,225 p. C. SiO_3.
0,018 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0095 = 0,033 p. C. Fe_2O_3.
0,0755 CaO, CO_2 = 0,042366 = 0,147 p. C. CaO.
0,060 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,02156 = 0,075 p. C. MgO.

6,192 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,3055 G = 0,0052 = 0,084 p. C. NaO.
0,4120 B = 0,1589 = 2,566 p. C. KaO.

II.

III. Periode. Mittlere Stengel.

1. Gesammtmenge: 385 Pflanz. = 92,27 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 239,7 „ „

2. 1,289 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,028 Fett = 2,172 p. C. Fett.
   0,448 Holzfaser = 34,750 p. C. Holzfaser.

3. 0,488 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,0335 Pt. = 0,00476 = 0,975 p. C. N.
   = 6,172 p. C. Prot.

4. 5,899 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,143 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,02885 = 0,489 p. C. PO_5.
   0,085 BaO, SO_3 = 0,02919 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,178 p. C. S.
   — 2,8 p. C. v. Prot.

5. 11,620 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,018 BaO, SO_3 = 0,00618 = 0,053 p. C. SO_3.
   0,198 AgCl = 0,04894 = 0,422 p. C. Cl.

6. 21,296 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,064 SiO_3 = 0,301 p. C. SiO_3.
   0,004 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00211 = 0,009 p. C. Fe_2O_3.
   0,0885 CaO, CO_2 = 0,04965 = 0,233 p. C. CaO.
   0,125 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,0449 = 0,211 p. C. MgO.

   6,777 Gr. Tr.-Subst. geben:
   0,4110 G / 0,5550 B — 0,0078 = 0,112 p. C. NaO. / 0,2125 = 3,046 p. C. KaO.

12.

III. Periode. Obere Stengel.

1. Gesammtmenge: 385 Pflanz. = 83,01 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 215,6 „ „

2. 1,404 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,046 Fett = 3,276 p. C. Fett.
0,517 Holzfaser = 36,823 p. C. Holzfaser.

3. 0,508 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,048 Pt. = 0,00682 = 1,342 p. C. N.
= 8,495 p. C. Prot.

4. 6,834 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,2207 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,05373 = 0,795 p. C. PO_5.
0,105 BaO, SO_3 = 0,03606 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,189 p. C. S.
= 2,2 p. C. v. Prot.

5. 12,825 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,020 BaO, SO_3 = 0,00687 = 0,054 p. C. SO_3.
0,1577 AgCl = 0,03899 = 0,304 p. C. Cl.

6. 22,499 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1075 SiO_3 = 0,481 p. C. SiO_3.
0,007 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0034 = 0,015 p. C. Fe_2O_3.
0,132 CaO, CO_2 = 0,07407 = 0,329 p. C. CaO.
0,1272 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,04454 = 0,203 p. C. MgO.
1,317 G = 0,026 = 0,115 p. C. NaO.
1,779 B = 0,6801 = 3,023 p. C. KaO.

13.

III. Periode. Untere Blätter.

1. Gesammtmenge: 385 Pflanz. = 84,82 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 220,3 „ „

2. 2,736 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,2480 Fett = 9,066 p. C. Fett.
0,803 Holzfaser = 29,717 p. C. Holzfaser.

3. 0,410 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,142 Plat. Salm. = 0,00892 = 2,175 p. C. N.
= 13,767 p. C. Prot.

4. 4,506 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,070 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01411 = 0,313 p. C. PO_5.
0,174 BaO, SO_3 = 0,05976 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,386 p. C. S.
= 2,8 p. C. v. Prot.

5. 15,306 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,2005 BaO, SO_3 = 0,06888 = 0,450 p. C. SO_3.
0,163 AgCl = 0,04029 = 0,263 p. C. Cl.

6. 13,595 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,422 SiO_3 = 3,104 p. C. SiO_3.
0,037 Fe_2O_3, PO_3 = 0,0195 = 0,143 p. C. Fe_2O_3.
0,413 CaO, CO_2 = 0,23175 = 1,705 p. C. CaO.
0,069 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,02479 = 0,182 p. C. MgO.
0,9930 G, 0,1334 B = 0,0090 = 0,066 p. C. NaO.
0,5256 = 3,844 p. C. KaO.

14.

III. Periode. Obere Blätter.

1. Gesammtmenge: 385 Pflanz. = 136,48 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 352,0 „ „

2. 1,510 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,489 Holzfaser = 32,384 p. C. Holzfaser.
0,105 Fett = 6,954 p. C. Fett.

3. 0,507 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0810 Pt. = 0,01151 = 2,269 p. C. N.
= 14,363 p. C. Prot.

4. 6,703 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1115 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,02247 = 0,335 p. C. PO_5.
S nicht bestimmt.

5. 6,625 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,078 BaO, SO_3 = 0,02686 = 0,407 p. C. SO_3.
0,093 $AgCl$ = 0,02299 = 0,347 p. C. Cl.

6. 21,717 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,433 SiO_3 = 2,039 p. C. SiO_3.
0,019 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0098 = 0,046 p. C. Fe_2O_3.

12,691 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,264 CaO, CO_2 = 0,14813 = 1,168 p. C. CaO.
0,071 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,0255 = 0,201 p. C. MgO.

8,068 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,3770 G = 0,0072 = 0,089 p. C. NaO.
0,5090 B = 0,1950 = 2,417 p. C. KaO.

15.

III. Periode. Aehrchen.

1. Gesammtmenge: 385 Pflanz. = 269,34 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 7000 „ „

2. 1,635 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,060 Fett = 3,669 p. C. Fett.
0,343 Holzfaser = 20,367 p. C. Holzfaser.

3. 0,767 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1002 Pt. = 0,01422 = 1,853 p. C. N.
= 11,729 p. C. Prot.

4. 7,032 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,240 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,04838 = 0,766 p. C. PO_5.
0,0736 BaO, SO_3 = 0,02528 SO_3
entsprechen = 0,144 p. C. S.
= 1,2 p. C. v. Prot.

5. 13,219 Gr. Tr.-Subst. geben:

geringe Spur SO_3.
0,094 AgCl = 0,02325 = 0,176 p. C. Cl.

6. 19,004 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,254 SiO_3 = 1,336 p. C. SiO_3.
0,002 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00106 = 0,005 p. C. Fe_2O_3.
0,1090 CaO, CO_2 = 0,06117 = 0,322 p. C. CaO.
0,1165 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,04186 = 0,221 p. C. MgO.

18,429 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,306 G = 0,0102 = 0,055 p. C. NaO.
0,4162 B = 0,15275 = 0,829 p. C. KaO.

16.

IV. Periode. Untere Stengel.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 75,19 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 150,5 „ „

2. 1,202 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0035 Fett = 0,290 p. C. Fett.
0,4915 Holzfaser = 40,890 p. C. Holzfaser.

3. 0,662 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0870 Plat. Salm. = 0,00546 = 0,825 p. C. N.
= 5,220 p. C. Prot.

4. 8,218 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0548 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01104 = 0,135 p. C. PO_5.
0,0375 BaO, SO_3 = 0,01288 SO_3
entsprechen = 0,063 p. C. S.
= 1,2 p. C. v. Prot.

5. 18,285 Gr. Tr.-Subst. geben:

keine SO_3.
0,241 AgCl = 0,0596 = 0,326 p. C. Cl.

6. 30,281 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0628 SiO_3 = 0,207 p. C. SiO_3.
0,032 Fe_2O_3, PO_5 = 0,01720 = 0,057 p. C. Fe_2O_3.
0,0852 CaO, CO_2 = 0,04784 = 0,158 p. C. CaO.
0,0877 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,03148 = 0,104 p. C. MgO.
1,9885 G = 0,01846 = 0,061 p. C. NaO.
2,6802 B = 1,04922 = 3,465 p. C. KaO.

17.

IV. Periode. Mittlere Stengel.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 124,6 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 250 „ „

2. 1,116 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,0274 Fett = 2,454 p. C. Fett.
   0,4332 Holzfaser = 38,819 p. C. Holzfaser.

3. 0,423 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,0810 Plat. Salm. = 0,00509 = 1,203 p. C. N.
   = 7,613 p. C. Prot.

4. 6,262 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,057 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01150 = 0,184 p. C. PO_5.
   0,0810 BaO, SO_3 = 0,02782 SO_3 entsprech. (nach
   Abzug von SO_3 = 0,106 p. C. S.
   = 1,5 p. C. v. Prot.

5. 16,208 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,0283 BaO, SO_3 = 0,00975 = 0,060 p. C. SO_3.
   0,3520 AgCl = 0,08700 = 0,537 p. C. Cl.

6. 24,802 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,0995 SiO_3 = 0,401 p. C. SiO_3.
   0,0027 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00141 = 0,006 p. C. Fe_2O_3.
   0,117 CaO, CO_2 = 0,06574 = 0,265 p. C. CaO.
   0,1430 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,05130 = 0,207 p. C. MgO.
   1,5958 G = 0,01200 = 0,048 p. C. NaO.
   2,1397 B = 0,84870 = 3,422 p. C. KaO.

18.

IV. Periode. Obere Stengel.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 111,15 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 222,3 „ „

2. 1,412 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,046 Fett = 3,253 p. C. Fett.
0,5094 Holzfaser = 36,076 p. C. Holzfaser.

3. 0,627 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1597 Plat. Salm. = 0,01003 = 1,600 p. C. N.
= 10,12 p. C. Prot.

4. 8,306 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0583 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01176 = 0,142 p. C. PO_5.
S nicht bestimmt.

5. 15,312 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0272 BaO, SO_3 = 0,00902 = 0,059 p. C. SO_3.
0,275 AgCl = 0,06798 = 0,444 p. C. Cl.

6. 20,806 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,2105 SiO_3 = 1,012 p. C. SiO_3.
0,0025 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0014 = 0,007 p. C. Fe_2O_3.
0,150 CaO, CO_2 = 0,08446 = 0,406 p. C. CaO.
0,170 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,06114 = 0,294 p. C. MgO.
1,282 G = 0,01102 = 0,053 p. C. NaO.
1,7215 B = 0,67959 = 3,266 p. C. KaO.

19.

IV. Periode. Untere Blätter.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 104,8 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 210 „ „

2. 1,080 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1082 Fett = 10,013 p. C. Fett.
0,3547 Holzfaser = 32,85 p. C. Holzfaser.

3. 0,521 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1345 Plat. Salm. = 0,00845 = 1,621 p. C. N.
= 10,260 p. C. Prot.

4. 6,581 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0790 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01590 = 0,243 p. C. PO_5.
0,148 BaO, SO_3 = 0,05085 SO_3 entsprech. (nach
Abzug von SO_3 = 0,194 p. C. S.
= 1,9 p. C. v. Prot.

5. 8,321 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,070 BaO, SO_3 = 0,02409 = 0,289 p. C. SO_3.
0,0665 AgCl = 0,01649 = 0,198 p. C. Cl.

6. 16,025 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,549 SiO_3 = 3,428 p. C. SiO_3.
0,065 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0346 = 0,216 p. C. Fe_2O_3.
0,4975 CaO, CO_2 = 0,27948 = 1,744 p. C. CaO.
0,1173 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,04214 = 0,263 p. C. MgO.
1,1432 G = 0,01936 = 0,121 p. C. NaO.
1,5504 B = 0,59110 = 3,689 p. C. KaO.

20.

IV. Periode. Obere Blätter.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 185,15 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 370,3 „ „

2. 1,008 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0575 Fett = 57,11 p. C. Fett.
0,295 Holzfaser = 29,257 p. C. Holzfaser.

3. 0,623 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1898 Plat. Salm. = 0,01192 = 1,913 p. C. N.
= 12,11 p. C. Prot.

4. 6,572 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0650 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01310 = 0,200 p. C. PO_5.
S nicht bestimmt.

5. 10,281 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1985 BaO, SO_3 = 0,06837 = 0,665 p. C. SO_3.
0,126 AgCl = 0,03125 = 0,304 p. C. Cl.

6. 14,161 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,541 SiO_3 = 3,822 p. C. SiO_3.
0,019 Fe_2O_3, PO_5 = 0,01005 = 0,071 p. C. Fe_2O_3.
0,3990 CaO, CO_2 = 0,22387 = 1,581 p. C. CaO.
0,1305 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,0469 = 0,332 p. C. MgO.
0,7437 G = 0,0134 = 0,095 p. C. NaO.
1,0035 B = 0,3856 = 2,723 p. C. KaO.

21.

IV. Periode. Aehrchen.

1. Gesammtmenge: 500 Pflanz. = 559,1 Gr. Trockensubstanz.
   1000 „ = 112,1 „ „

2. 2,583 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,096 Fett = 3,717 p. C. Fett.
   0,3307 Holzfaser = 12,805 p. C. Holzfaser.

3. 0,606 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,27338 Plat. Salm. = 0,017172 = 2,847 p. C. N.
   = 18,024 p. C. Prot.

4. 7,520 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,3588 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,07235 = 0,952 p. C. PO_5.
   S nicht bestimmt.

5. 12,150 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,0152 BaO, SO_3 = 0,00522 = 0,043 p. C. SO_3.
   0,0698 Ag Cl = 0,01725 = 0,142 p. C. Cl.

6. 42,289 Gr. Tr.-Subst. geben:

   0,780 SiO_3 = 0,780 p. C. SiO_3.
   Fe_2O_3, PO_5 Spur.
   0,186 CaO, CO_2 = 0,10437 = 0,247 p. C. CaO.
   0,246 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,08740 = 0,206 p. C. MgO.
   0,398 G = 0,0074 = 0,017 p. C. NaO.
   0,5373 B = 0,2060 = 0,487 p. C. KaO.

22.

V. Periode. Untere Stengel.

1. Gesammtmenge: 407 Pflanz. = 60,44 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 148,5 „ „

2. 1,607 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0048 Fett = 0,298 p. C. Fett.
0,648 Holzfaser = 40,324 p. C. Holzfaser.

3. 0,549 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0687 Plat. Salm. = 0,004315 = 0,786 p. C. N.
= 4,975 p. C. Prot.

4. 7,211 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0465 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,00937 = 1,30 p. C. PO_5.
0,0283 BaO, SO_3 = 0,00972 SO_3
entsprechen = 0,054 p. C. S.
= 1,1 p. C. v. Prot.

5. 18,505 Gr. Tr.-Subst. geben:

keine SO_3.
0,3016 AgCl = 0,07458 = 0,403 p. C. Cl.

6. 25,231 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0484 SiO_3 = 0,192 p. C. SiO_3.
0,023 Fe_2O_3, PO_5 = 0,01236 = 0,049 p. C. Fe_2O_3.
0,0786 CaO, CO_2 = 0,04415 = 0,175 p. C. CaO.
0,0717 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,02574 = 0,102 p. C. MgO.
1,7386 G = 0,00479 = 0,019 p. C. NaO.
2,3277 B = 0,93404 = 3,702 p. C. KaO.

23.

V. Periode. Mittlere Stengel.

1. Gesammtmenge: 407 Pflanz. = 99,308 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 244 „ „

2. 0,982 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0245 Fett = 2,495 p. C. Fett.
0,384 Holzfaser = 40,122 p. C. Holzfaser.

3. 0,390 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0322 Pt. = 0,00455 = 1,165 p. C. N.
= 7,374 p. C. Prot.

4. 5,094 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0192 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,00387 = 0,076 p. C. PO_5.
0,100 BaO, SO_3 = 0,03436 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,242 p. C. S.
= 3,3 p. C. v. Prot.

5. 13,558 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,027 BaO, SO_3 = 0,00928 = 0,069 p. C. SO_3.
0,343 AgCl = 0,0848 = 0,625 p. C. Cl.

6. 21,214 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,105 SiO_3 = 0,496 p. C. SiO_3.
0,003 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00160 = 0,001 p. C. Fe_2O_3.
0,107 CaO, CO_2 = 0,06004 = 0,283 p. C. CaO.
0,113 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,04081 = 0,192 p. C. MgO.
1,4682 G = 0,01778 = 0,084 p. C. NaO.
1,9730 B = 0,77249 = 3,641 p. C. KaO.

24.

V. Periode. Obere Stengel.

1. Gesammtmenge: 407 Pflanz. = 82,22 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 220 „ „

2. 0,988 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0280 Fett = 2,830 p. C. Fett.
0,3725 Holzfaser = 37,702 p. C. Holzfaser.

3. 0,268 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,295 Pt. = 0,00419 = 1,563 p. C. N.
= 9,894 p. C. Prot.

4. 5,297 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,047 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,009482 = 0,179 p. C. PO_5.
0,119 BaO, SO_3 = 0,04088 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,278 p. C. S.
= 2,8 p. C. v. Prot.

5. 18,032 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,040 BaO, SO_3 = 0,01374 = 0,076 p. C. SO_3.
0,3940 Ag Cl = 0,09742 = 0,482 p. C. Cl.

6. 20,212 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,2655 SiO_3 = 1,314 p. C. SiO_3.
0,005 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00264 = 0,013 p. C. Fe_2O_3.
0,201 CaO, CO_2 = 0,11279 = 0,558 p. C. CaO.
0,142 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,05103 = 0,252 p. C. MgO.
1,3840 G = 0,01410 = 0,070 p. C. NaO.
1,8690 B = 0,72770 = 3,600 p. C. KaO.

25.

V. Periode. Untere Blätter.

1. Gesammtmenge: 407 Pflanz. = 81,33 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 200,0 „ „

2. 1,536 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,153 Fett = 9,954 p. C. Fett.
0,480 Holzfaser = 31,250 p. C. Holzfaser.

3. 0,368 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0371 Pt. = 0,00526 = 1,428 p. C. N.
= 9,039 p. C. Prot.

4. 6,210 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0542 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,01098 = 0,177 p. C. PO_5.
S nicht bestimmt.

5. 15,145 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1354 BaO, SO_3 = 0,04998 = 0,330 p. C. SO_3.
0,104 $AgCl$ = 0,02574 = 0,170 p. C. Cl.

6. 15,609 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,493 SiO_3 = 3,447 p. C. SiO_3.
0,040 Fe_2O_3, PO_5 = 0,02115 = 0,136 p. C. Fe_2O_3.
0,432 CaO, CO_2 = 0,24242 = 1,695 p. C. CaO.
0,151 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,05424 = 0,379 p. C. MgO.

14,301 Gr. Tr.-Subst. geben:

$\left\{\begin{matrix}1{,}0218\ G\\1{,}3770\ B\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}0{,}0137 = 0{,}096\ \text{p. C. NaO.}\\0{,}53494 = 3{,}741\ \text{p. C. KaO.}\end{matrix}\right.$

26.

V. Periode. Obere Blätter.

1. Gesammtmenge: 407 Pflanz. = 148,91 Gr. Trockensubstanz.
1000 „ = 366,0 „ „

2. 1,214 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0582 Fett = 4,795 p. C. Fett.
0,360 Holzfaser = 29,673 p. C. Holzfaser.

3. 0,411 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,1415 Plat. Salm. = 0,00889 = 1,744 p. C. N.
= 11,039 p. C. Prot.

4. 8,014 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0640 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,0129 = 0,161 p. C. PO_5.
0,2694 BaO, SO_3 = 0,09254 SO_3 entsprech. (nach Abzug von SO_3) = 0,145 p. C. S.
= 1,3 p. C. v. Prot.

5. 10,354 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,2386 BaO, SO_3 = 0,0820 = 0,792 p. C. SO_3.
0,1095 AgCl = 0,02713 = 0,262 p. C. Cl.

6. 18,332 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,807 SiO_3 = 4,402 p. C. SiO_3.
0,0215 Fe_2O_3, PO_5 = 0,01137 = 0,062 p. C. Fe_2O_3.
0,5906 CaO, CO_2 = 0,33143 = 1,808 p. C. CaO.
0,1225 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,0440 = 0,420 p. C. MgO.
0,9076 G = 0,0100 = 0,055 p. C. NaO.
1,2202 B = 0,47820 = 2,609 p. C. KaO.

27.

V. Periode. Aehrchen.

1. Gesammtmenge: 407 Pflanz. = 520,82 Gr. Trockensubstanz.
1000 .. = 1280 .. ..

2. 2,372 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0710 Fett = 2,993 p. C. Fett.
0,2752 Holzfaser = 11,600 p. C. Holzfaser.

3. 0,457 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0980 Pt. = 0,01391 = 3,044 p. C. N.
= 19,269 p. C. Prot.

4. 6,347 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,308 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,06209 = 0,978 p. C. PO_5.
S nicht bestimmt.

5. 11,022 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,0427 BaO, SO_3 = 0,01466 = 0,133 p. C. SO_3.
0,0460 Ag Cl = 0,01136 = 0,103 p. C. Cl.

6. 47,184 Gr. Tr.-Subst. geben:

0,329 SiO_3 = 0,698 p. C. SiO_3.
Fe_2O_3, PO_5 Spur.
0,166 CaO, CO_2 = 0,09315 = 0,197 p. C. CaO.
0,316 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,11354 = 0,240 p. C. MgO.
0,509 G = 0,0021 = 0,004 p. C. NaO.
0,682 B = 0,1648 = 0,349 p. C. KaO.

Auf Grund dieser analytischen Resultate sind die folgenden Tabellen berechnet, zu denen ich folgende

Vorbemerkungen

gebe. Als Schwefelsäure ist die in dem sauren Auszug der gepulverten Pflanze bestimmte, d. h. nur die als solche in der Pflanze enthaltene Menge dieser Substanz aufgeführt. Die Rubrik „— Sauerstoff" enthält die dem Chlorgehalt äquivalente Menge Sauerstoff, welche man von der Summe sämmtlicher Oxyde und Säuren subtrahirte, um den richtigen Aschengehalt zu finden.

Asche ist nur als kürzerer Ausdruck für Mineralbestandtheile gewählt. Sie repräsentirt in der That die Summe der anorganischen Substanzen, wie diese in der Pflanze wirklich enthalten sind, weicht also ab von dem, was man gewöhnlich Asche nennt, d. h. von dem durch Verbrennen gewonnenen Rückstande, der bezüglich Schwefelsäure und Chlor gewöhnlich Veränderungen erfahren hat und ausserdem häufig kohlensäurehaltig ist. (S. Methoden.) Die stickstoffhaltige Substanz ist durch Multiplication des Stickstoffgehaltes mit 6,33 erhalten.

Tabellarische Zusammenstellung

der in den einzelnen Theilen der Haferpflanze während der verschiedenen Perioden ihres Wachsthums enthaltenen

relativen und absoluten Mengen

anorganischer und näherer organischer Bestandtheile.

I.

Drei untere Stengelglieder.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	239,80	428,29	428,34	408,85	403,24
Fett	11,50	1,96	3,74	2,88	2,98
Stickstofffreie Substanz	566,08	493,73	477,17	491,67	497,22
Stickstoffhaltige Subst.	138,31	50,39	55,70	52,20	49,75
Organische Substanz	955,89	974,37	964,95	955,60	953,19
Kieselsäure	2,60	1,81	2,25	2,07	1,92
Schwefelsäure	1,78	0,58	0	0	0
Phosphorsäure	5,87	1,64	1,52	1,35	1,30
Eisenoxyd	0,27	0,16	0,33	0,57	0,49
Kalk	2,08	1,63	1,47	1,58	1,75
Magnesia	2,07	1,04	0,75	1,04	1,02
Chlor	5,13	2,77	2,88	3,26	4,03
Natron	4,92	1,12	0,84	0,61	0,19
Kali	20,55	15,50	25,66	34,65	37,02
— Sauerstoff	1,16	0,62	0,65	0,73	0,91
Asche	44,11	25,63	35,05	44,40	61,81
Stickstoff	21,81	7,96	8,80	8,25	7,86
PO_5 : N.	1 : 3,7	1 : 4,9	1 : 5,8	1 : 5,5	1 : 4,7

2.

Die drei untern Stengelglieder

von 1000 Pflanzen enthalten Gramm:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	19,256	52,806	60,053	61,532	59,881
Fett	0,923	0,232	0,524	0,433	0,442
Stickstofffreie Substanz	46,473	60,909	66,900	73,997	73,837
Stickstoffhaltige Subst.	11,106	6,212	7,809	7,856	7,388
Organische Substanz	76,758	120,159	135,286	143,818	141,549
Kieselsäure	0,209	0,223	0,315	0,312	0,285
Schwefelsäure	0,143	0,072	0	0	0
Phosphorsäure	0,471	0,202	0,213	0,204	0,193
Eisenoxyd	0,022	0,019	0,046	0,086	0,073
Kalk	0,167	0,202	0,206	0,238	0,260
Magnesia	0,167	0,128	0,105	0,157	0,151
Chlor	0,412	0,346	0,404	0,491	0,598
Natron	0,395	0,138	0,116	0,092	0,028
Kali	1,650	1,909	3,598	5,215	5,497
Asche	3,542	3,161	4,914	6,682	6,951
Trockensubstanz	80,3	123,32	140,2	150,5	148,5

3.

Zwei mittlere Stengelglieder.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	329,73	347,50	388,19	401.22
Fett	22,46	21,72	24,54	24.95
Stickstofffreie Substanz	521,75	521,25	461,05	446.83
Stickstoffhaltige Subst.	96,22	61,72	76,13	73.74
Organische Substanz	970,16	952,19	949,91	946.74
Kieselsäure	1,92	3,01	4,01	4,96
Schwefelsäure	0,27	0,53	0,60	0,69
Phosphorsäure	2,23	4,89	1,84	0,76
Eisenoxyd	0,09	0,09	0,06	0,01
Kalk	2,36	2,33	2,65	2,83
Magnesia	1,40	2,11	2,07	1,92
Chlor	2,92	4,22	5,37	6,25
Natron	0,87	1,12	0,48	0,84
Kali	18,44	30,46	34,22	36,41
— Sauerstoff	0,66	0,95	1,21	1,41
Asche	29,84	47,81	50,09	53,26
Stickstoff	15,20	9,75	12,3	11,65
PO_5 : N.	1 : 6,8	1 : 2	1 : 6,5	1 : 15.3

4.

Die zwei mittlern Stengelglieder

von 1000 Pflanzen enthalten Gramm:

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	58,064	83,294	80,953	82,631
Fett	3,956	5,205	6,135	5,987
Stickstofffreie Substanz	91,889	124,949	131,354	124,395
Stickstoffhaltige Subst.	16,941	14,794	19,042	17,992
Organische Substanz	170,850	228,242	237,484	231,005
Kieselsäure	0,195	0,721	1,003	1,210
Schwefelsäure	0,127	0,127	0,150	0,168
Phosphorsäure	0,393	1,137	0,460	0,185
Eisenoxyd	0,016	0,022	0,015	0,002
Kalk	0,416	0,558	0,662	0,690
Magnesia	0,246	0,506	0,517	0,468
Chlor	0,514	1,011	1,342	1,525
Natron	0,153	0,268	0,120	0,292
Kali	3,246	7,301	8,555	8,884
Asche	5,250	11,458	12,516	12,995
Trockensubstanz	123,32	239,7	250,0	244,0

5.

Obere Stengelglieder.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	378,51	368,23	360,75	377,02
Fett	18,39	32,76	32,53	28,30
Stickstofffreie Substanz	512,55	461,56	449,62	431,39
Stickstoffhaltige Subst.	55,32	84,95	101,27	98,94
Organische Substanz	964,77	947,50	944,17	935,65
Kieselsäure	2,13	4,81	10,12	13,14
Schwefelsäure	Spur	0,54	0,59	0,76
Phosphorsäure	5,01	7,95	1,42	1,79
Eisenoxyd	0,09	0,15	0,07	0,13
Kalk	2,55	3,29	4,06	5,58
Magnesia	2,07	2,03	2,94	2,52
Chlor	1,07	3,04	4,44	4,82
Natron	0,72	1,15	0,53	0,70
Kali	21,83	30,23	32,66	36,00
— Sauerstoff	0,24	0,69	1,00	1,09
Asche	35,23	52,50	55,83	64,35
Stickstoff	8,74	12,42	16,00	15,63
PO_5 : N.	1 : 1,7	1 : 1,7	1 : 11,3	1 : 8,7

6.

Die obern Stengelglieder

von 1000 Pflanzen enthalten Gramm:

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	50,170	79,399	86,195	88,158
Fett	1,438	7,061	7,231	6,226
Stickstofffreie Substanz	68,970	99,507	93,951	89,693
Stickstoffhaltige Subst.	7,303	18,315	22,512	21,767
Organische Substanz	127,881	204,282	209,889	205,844
Kieselsäure	0,281	1,037	2,250	2,891
Schwefelsäure	Spur	0,116	1,131	0,167
Phosphorsäure	0,660	1,734	0,316	0,394
Eisenoxyd	0,038	0,032	0,015	0,003
Kalk	0,311	0,709	1,309	1,228
Magnesia	0,274	0,437	0,654	0,554
Chlor	0,142	0,872	0,987	1,060
Natron	0,095	0,248	0,118	0,150
Kali	2,893	6,518	7,280	7,920
Asche	4,669	11,318	12,411	14,156
Trockensubstanz	132,55	215,6	222,3	220,0

7.

Untere Blätter.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	221,82	320,55	297,17	328,50	312,50
Fett	50,57	72,78	90,66	100,13	99,51
Stickstofffreie Substanz	416,87	360,62	372,39	367,32	397,24
Stickstoffhaltige Subst.	213,63	151,16	137,67	102,60	90,39
Organische Substanz	902,89	905,11	897,89	898,55	899,67
Kieselsäure	23,20	28,65	31,04	34,28	34,47
Schwefelsäure	2,16	4,78	4,50	2,89	3,30
Phosphorsäure	5,26	3,17	3,13	2,43	1,77
Eisenoxyd	0,52	0,87	1,43	2,16	1,36
Kalk	14,84	12,17	17,05	17,44	16,95
Magnesia	2,83	2,15	1,82	2,63	3,79
Chlor	4,53	3,47	2,63	1,98	1,70
Natron	2,18	0,94	0,66	1,21	0,96
Kali	42,61	40,07	38,44	36,89	37,41
— Sauerstoff	1,02	0,78	0,59	0,45	1,38
Asche	97,11	94,89	102,11	101,45	101,33
Stickstoff	33,75	23,88	21,75	16,21	14,28
$PO_5 : N$	1 : 6,4	1 : 7,5	1 : 6,9	1 : 6,7	1 : 8,0

8.

Die drei untern Blätter

von 1000 Pflanzen enthalten Gramm:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	44,162	70,560	65,466	68,985	62,504
Fett	10,025	16,022	19,972	21,029	19,912
Stickstofffreie Substanz	83,097	79,373	82,358	77,126	79,438
Stickstoffhaltige Subst.	42,573	33,271	30,310	21,555	18,084
Organische Substanz	179,857	199,226	198,106	188,695	179,935
Kieselsäure	4,621	6,305	6,837	7,198	6,890
Schwefelsäure	0,430	1,052	1,005	0,609	0,622
Phosphorsäure	1,048	0,698	0,689	0,509	0,351
Eisenoxyd	0,105	0,191	0,314	0,450	0,272
Kalk	2,955	2,678	3,756	3,664	3,390
Magnesia	0,564	0,473	0,401	0,551	0,749
Chlor	0,902	0,764	0,579	0,418	0,320
Natron	0,434	0,207	0,145	0,250	0,190
Kali	8,487	8,819	8,467	7,750	7,444
Asche	19,343	20,884	22,494	21,305	20,065
Trockensubstanz	199,20	220,11	220,3	210,0	200,0

9.

Obere Blätter.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	226,08	384,85	323,84	292,57	296,73
Fett	51,86	61,96	69,54	57,11	47,95
Stickstofffreie Substanz	407,56	344,21	393,28	491,89	439,81
Stickstoffhaltige Subst.	236,68	138,56	145,63	121,10	110,39
Organische Substanz	922,18	929,58	931,29	902,76	894,88
Kieselsäure	8,83	14,19	20,39	38,22	44,02
Schwefelsäure	2,76	3,52	4,07	6,65	7,92
Phosphorsäure	9,92	5,42	3,35	2,00	1,61
Eisenoxyd	0,41	0,38	0,46	0,71	0,62
Kalk	7,68	11,28	11,68	15,81	18,08
Magnesia	4,53	2,24	2,01	3,32	4,20
Chlor	5,50	3,56	3,47	3,04	2,62
Natron	0,19	1,60	0,89	0,95	0,55
Kali	39,24	29,03	24,17	27,23	26,09
— Sauerstoff	1,24	0,80	0,78	0,69	0,59
Asche	77,82	70,42	69,71	97,24	105,12
Stickstoff	37,39	21,89	22,69	19,13	17,44
PO_5 : N	1 : 3,9	1 : 4	1 : 6,8	1 : 9,6	1 : 10,8

10.

Die zwei obern Blätter

von 1000 Pflanzen enthalten Gramm:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	39,861	118,825	113,995	108,205	108,556
Fett	9,140	19,112	24,478	21,138	17,449
Stickstofffreie Substanz	71,850	106,099	139,444	159,868	161,119
Stickstoffhaltige Subst.	41,730	42,734	49,566	44,810	40,402
Organische Substanz	162,581	286,770	327,473	334,021	327,526
Kieselsäure	1,556	4,383	7,184	14,140	16,112
Schwefelsäure	0,487	1,091	1,433	2,459	2,899
Phosphorsäure	1,748	1,672	1,181	0,740	0,589
Eisenoxyd	0,072	0,122	0,160	0,261	0,227
Kalk	1,354	3,485	4,112	5,852	6,617
Magnesia	0,799	0,690	0,710	1,230	1,537
Chlor	0,969	1,140	1,222	1,130	0,959
Natron	0,033	0,492	0,310	0,351	0,201
Kali	6,917	8,968	8,515	10,075	9,548
Asche	13,719	21,730	24,527	35,979	38,474
Trockensubstanz	176,3	308,50	352,0	370,0	366,0

II.

Aehrchen.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	271,02	203,67	128,05	116,00
Fett	20,27	36,69	37,17	29,93
Stickstofffreie Substanz	539,63	605,65	626,17	634,59
Stickstoffhaltige Subst.	130,21	117,29	180,24	192,69
Organische Substanz	961,13	963,30	971,58	973,21
Kieselsäure	11,00	13,36	7,80	6,98
Schwefelsäure	1,11	Spur	0,43	1,33
Phosphorsäure	5,86	7,66	9,52	9,78
Eisenoxyd	0,18	0,05	Spur	Spur
Kalk	3,48	3,22	2,47	1,97
Magnesia	2,22	2,21	2,06	2,40
Chlor	1,87	1,76	1,42	1,03
Natron	0,49	0,55	0,17	0,04
Kali	13,08	8,29	4,87	3,49
— Sauerstoff	0,42	0,40	0,32	0,23
Asche	38,87	36,70	28,42	26,79
Stickstoff	20,57	18,53	28,47	30,44
PO_5 : N	1 : 3,5	1 : 1,2	1 : 2,99	1 : 3,1

12.

Die Aehrchen

von 1000 Pflanzen enthalten Gramm:

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	109,221	142,569	143,540	148,901
Fett	8,169	25,683	41,667	39,310
Stickstofffreie Substanz	217,471	424,015	701,884	811,478
Stickstoffhaltige Subst.	52,475	82,033	202,050	246,020
Organische Substanz	387,336	674,015	1089,141	1245,709
Kieselsäure	4,433	9,352	9,753	8,934
Schwefelsäure	0,447	Spur	0,482	1,448
Phosphorsäure	2,362	5,362	10,672	12,518
Eisenoxyd	0,073	0,035	Spur	Spur
Kalk	1,402	2,254	2,769	2,522
Magnesia	0,895	1,550	2,309	2,992
Chlor	0,754	1,232	1,592	1,318
Natron	0,197	0,385	0,190	0,005
Kali	5,271	5,803	5,459	4,467
Asche	15,664	25,700	31,859	34,291
Trockensubstanz	403,0	700,0	1121,0	1280,0

13.

I. Periode.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	Drei untere Stengel.	Drei untere Blätter.	Zwei obere Blätter.
Holzfaser	239,80	221,82	226,08
Fett	11,50	50,57	51,86
Stickstofffreie Substanz	566,08	416,87	407,56
Stickstoffhaltige Substanz	138,31	213,63	236,68
Organische Substanz	955,89	902,89	922,18
Kieselsäure	2,60	23,20	8,83
Schwefelsäure	1,78	2,16	2,76
Phosphorsäure	5,87	5,26	9,92
Eisenoxyd	0,27	0,52	0,41
Kalk	2,08	14,84	7,68
Magnesia	2,07	2,83	4,53
Chlor	5,13	4,53	5,50
Natron	4,92	2,18	0,19
Kali	20,55	42,61	39,24
Asche	44,11	97,11	77,82
Stickstoff	21,5	35,75	37,39
$PO_5 : N$	1 : 3,7	1 : 6,4	1 : 3,9

14.

I. Periode.

1000 Pflanzen enthalten Gramm in den:

	Drei untern Stengelgliedern.	Drei untern Blättern.	Zwei obern Blättern.	1000 ganze Pflanzen.
Holzfaser	19,256	44,162	39,861	103,3
Fett	0,923	10,025	9,140	20,1
Stickstofffreie Substanz	46,473	83,097	71,850	201,4
Stickstoffhaltige Subst.	11,106	42,573	41,730	95,4
Organische Substanz	76,758	179,857	162,581	419,2
Kieselsäure	0,209	4,621	1,556	6,39
Schwefelsäure	0,143	0,430	0,487	1,06
Phosphorsäure	0,471	1,048	1,748	3,27
Eisenoxyd	0,022	0,105	0,072	0,20
Kalk	0,167	2,955	1,354	4,48
Magnesia	0,167	0,564	0,799	1,53
Chlor	0,412	0,902	0,969	2,28
Natron	0,395	0,434	0,033	0,86
Kali	1,650	8,487	6,917	17,05
Asche	3,542	19,343	13,719	36,60
Trockensubstanz	80,3	199,20	176,3	455,8

15.

II. Periode.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	Drei untere Stengelglieder.	Zwei mittlere Stengelglieder.	Oberes Stengelglied.	Drei untere Blätter.	Zwei obere Blätter.	Aehrchen.
Holzfaser	428,29	329,73	378,51	320,55	384,85	271,02
Fett	1,96	22,64	18,39	72,78	61,96	20,27
Stickstofffreie Substanz	493,73	521,75	512,55	360,62	344,21	539,63
Stickstoffhaltige Subst.	50,39	96,22	55,32	151,16	138,56	130,21
Organische Substanz	974,37	970,16	964,77	905,11	929,58	961,13
Kieselsäure	1,81	1,92	2,13	28,65	14,19	11,00
Schwefelsäure	0,58	0,27	Spur	4,78	3,52	1,11
Phosphorsäure	1,64	2,23	5,01	3,17	5,42	5,86
Eisenoxyd	0,16	0,09	0,09	0,87	0,38	0,18
Kalk	1,63	2,36	2,55	12,17	11,28	3,48
Magnesia	1,04	1,40	2,07	2,15	2,24	2,22
Chlor	2,77	2,92	1,07	3,47	3,36	1,87
Natron	1,12	0,87	0,72	0,94	1,60	0,49
Kali	15,50	18,44	21,83	40,07	29,03	13,08
Asche	25,63	29,84	35,23	94,89	70,42	38,87
Stickstoff	7,96	15,20	8,74	23,88	21,89	20,57
PO_5 : N.	1 : 4,9	1 : 6,8	1 : 1,7	1 : 7,5	1 : 4	1 : 3,5

16.

II. Periode.

1000 Pflanzen enthalten Gramm in den:

	Drei untern Stengel-gliedern.	Zwei mittlern Stengel-gliedern.	Obern Stengel-gliedern.	Drei untern Blättern.	Zwei obern Blättern.	Aehr-chen.	1000 ganze Pflanzen.
Holzfaser	52,801	58,064	50,170	70,560	118,825	109,221	459,7
Fett	0,232	3,956	1,438	16,022	19,112	8,169	48,9
Stickstofffr. Subst.	60,909	91,889	68,970	79,373	106,099	217,471	624,6
Stickstoffhalt. Subst.	6,212	16,941	7,303	33,271	42,734	52,475	158,9
Organische Substanz	120,159	178,850	127,881	199,226	286,770	387,336	1292,2
Kieselsäure	0,223	0,195	0,281	6,305	4,383	4,433	15,82
Schwefelsäure	0,072	0,048	Spur	1,052	1,091	0,447	2,71
Phosphorsäure . . .	0,202	0,393	0,665	0,698	1,672	2,362	5,99
Eisenoxyd	0,019	0,016	0,038	0,191	0,122	0,073	0,46
Kalk	0,202	0,416	0,311	2,678	3,485	1,402	8,50
Magnesia	0,128	0,246	0,274	0,473	0,690	0,895	2,71
Chlor	0,346	0,514	0,142	0,764	1,104	0,754	3,62
Natron	0,138	0,153	0,095	0,207	0,492	0,197	1,28
Kali	1,909	3,246	2,893	8,819	8,968	5,271	31,11
Asche	3,161	5,250	4,669	20,884	21,730	15,664	76,08
Trockensubstanz . .	123,32	176,10	132,55	220,11	308,50	403,0	1363,6

17.

III. Periode.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	Drei untere Stengelglieder.	Zwei mittlere Stengelglieder.	Oberes Stengelglied.	Drei untere Blätter.	Zwei obere Blätter.	Aehrchen.
Holzfaser	428,34	347,50	368,23	297,17	323,84	203,67
Fett	3,74	21,72	32,76	90,66	69,54	36,69
Stickstofffreie Substanz	477,17	521,25	461,56	372,39	393,28	605,65
Stickstoffhaltige Subst.	55,70	61,72	84,95	137,67	143,63	117,29
Organische Substanz	964,95	952,19	947,50	897,89	931,29	963,30
Kieselsäure	2,25	3,01	4,81	31,04	20,39	13,36
Schwefelsäure	0	0,53	0,54	4,50	4,07	Spur
Phosphorsäure	1,52	4,89	7,95	3,13	3,35	7,66
Eisenoxyd	0,33	0,09	0,15	1,43	0,46	0,05
Kalk	1,47	2,33	3,29	17,05	11,68	3,22
Magnesia	0,75	2,11	2,03	1,82	2,01	2,21
Chlor	2,88	4,22	3,04	2,63	3,47	1,76
Natron	0,84	1,12	1,15	0,66	0,89	0,55
Kali	25,66	30,46	30,23	38,44	24,17	8,29
Asche	35,65	47,81	52,50	102,11	69,71	36,70
Stickstoff	8,80	9,75	13,42	21,75	22,69	18,53
PO_5 : N.	1 : 5,8	1 : 2	1 : 1,7	1 : 6,9	1 : 6,8	1 : 2,4

18.

III. Periode.

1000 Pflanzen enthalten Gramm in den:

	Drei untern Stengel-gliedern.	Zwei mittlern Stengel-gliedern.	Obern Stengel-gliedern	Drei untern Blättern.	Zwei obern Blättern.	Aehr-chen.	1000 ganze Pflanzen.
Holzfaser	60,053	83,294	79,399	65,166	113,995	142,569	564.8
Fett	0,524	5,205	7,061	19,972	24,478	25,683	82,9
Stickstofffreie Subst.	66,900	124,949	99,507	82,358	139,444	424,015	916,6
Stickstoffhalt. Subst.	7,809	14,794	18,315	30,310	49,566	82,033	202.8
Organische Substanz	135,286	228,242	204,282	198,106	327,473	674,015	1767,2
Kieselsäure	0,315	0,721	1,037	6,837	7,184	9,352	25,44
Schwefelsäure	0	1,127	0,116	1,005	1,433	Spur	2,68
Phosphorsäure . . .	0,213	1,137	1,734	0,689	1,181	5,362	10,32
Eisenoxyd	0,046	0,022	0,032	0,314	0,160	0,035	0,61
Kalk	0,206	0,558	0,709	3,756	4,112	2,254	11,60
Magnesia	0,105	0,506	0,437	0,401	0,710	1,550	3,71
Chlor	0,404	1,011	0,872	0,579	1,222	1,232	5,32
Natron	0,116	0,268	0,248	0,145	0,310	0,385	1,47
Kali	3,598	7,301	6,518	8,467	8,515	5,803	40,20
Asche	4,914	11,458	11,318	22,495	24,527	25,700	100,41
Trockensubstanz . .	140,2	239.7	215,6	220.3	352.0	700,0	1867,6

19.

IV. Periode.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	Drei untere Stengelglieder.	Zwei mittlere Stengelglieder.	Oberes Stengelglied.	Drei untere Blätter.	Zwei obere Blätter.	Aehrchen.
Holzfaser	408,85	388,19	360,75	328,50	292,57	128,05
Fett	2,88	24,54	32,53	100,13	57,11	37,17
Stickstofffreie Substanz	491,67	461,05	449,62	367,32	491,98	626,17
Stickstoffhaltige Subst.	52,50	76,13	101,27	102,60	121,10	180,24
Organische Substanz	955,60	949,91	944,17	898,55	902,76	971,58
Kieselsäure	2,07	4,01	10,12	34,28	38,22	7,80
Schwefelsäure	0	0,60	0,59	2,89	6,65	0,43
Phosphorsäure	1,35	1,84	1,42	2,43	2,00	9,52
Eisenoxyd	0,57	0,06	0,07	2,16	0,71	Spur
Kalk	1,58	2,65	4,06	17,44	15,81	2,47
Magnesia	1,04	2,07	2,94	2,63	3,32	2,06
Chlor	3,26	5,37	4,44	1,98	3,04	1,42
Natron	0,61	0,48	0,53	1,21	0,95	0,17
Kali	34,65	34,22	32,66	36,89	27,23	4,87
Asche	44,40	50,09	55,83	101,45	97,24	28,42
Stickstoff	8,25	12,03	16,00	16,21	19,13	28,47
$PO_5 : N$.	1 : 5,5	1 : 6,5	1 : 11,3	1 : 6,7	1 : 9,6	1 : 2,99

20.

IV. Periode.

1000 Pflanzen enthalten Gramm in den:

	Drei untern Stengel-gliedern.	Zwei mittlern Stengel-gliedern.	Obern Stengel-gliedern.	Drei untern Blättern.	Zwei obern Blättern.	Aehrchen.	1000 ganze Pflanzen.
Holzfaser	61,532	80,953	86,195	68,985	108,205	143,540	545,0
Fett	0,433	6,135	7,231	21,029	21,138	41.667	97,6
Stickstofffreie Subst.	73,997	131,354	93,951	77.126	159,868	701,884	1242,6
Stickstoffhalt. Subst.	7,856	19,042	22,512	21,555	44,810	202,050	317,8
Organische Subst.	143,818	237,484	209,889	188,695	334.021	1089.141	2203.0
Kieselsäure	0,312	1,003	2,250	7,198	14,140	9,753	34,66
Schwefelsäure . . .	0	0,150	1,131	0,609	2,459	0,482	4,83
Phosphorsäure . . .	0,204	0.460	0.316	0.509	0.740	10,672	12,90
Eisenoxyd	0,086	0,015	0,015	0,450	0,261	Spur	0,83
Kalk	0,238	0,662	1,309	3,664	5,852	2,769	14,49
Magnesia	0,157	0,517	0,654	0,551	1,230	2,309	5,42
Chlor	0,491	1,342	0,987	0,418	1,130	1,592	5,96
Natron	0,092	0,120	0,118	0,250	0,351	0,190	1,12
Kali	5,215	8,555	7,280	7,750	10,075	5,459	44.33
Asche	6,682	12,516	12,411	21,305	35,979	31,859	120.75
Trockensubstanz	150,5	250,0	222,3	210,0	370,0	1121,0	2323,8

21.

V. Periode.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten Gramm:

	Drei untere Stengelglieder.	Zwei mittlere Stengelglieder.	Oberes Stengelglied.	Drei untere Blätter.	Zwei obere Blätter.	Aehrchen.
Holzfaser	403,24	401,22	377,02	312,50	296,73	116,00
Fett	2,98	24,95	28,30	99,54	47,95	29,93
Stickstofffreie Substanz	497,22	446,83	431,39	397,24	439,81	634,59
Stickstoffhaltige Subst.	49,75	73,74	98,94	90,39	110,39	192,69
Organische Substanz	953,19	946,74	935,65	899,67	894,88	973,21
Kieselsäure	1,92	4,96	13,14	34,47	44,02	6,98
Schwefelsäure	0	0,69	0,76	3,30	7,92	1,33
Phosphorsäure	1,30	0,76	1,79	1,77	1,61	9,78
Eisenoxyd	0,49	0,01	0,13	1,36	0,62	Spur
Kalk	1,75	2,83	5,58	16,95	18,08	1,97
Magnesia	1,02	1,92	2,52	3,79	4,20	2,40
Chlor	4,03	6,25	4,82	1,70	2,62	1,03
Natron	0,19	0,84	0,70	0,96	0,55	0,04
Kali	37,02	36,41	36,00	37,41	26,09	3,49
Asche	46,81	53,26	64,35	101,33	105,12	26,79
Stickstoff	7,86	11,65	15,63	14,28	17,44	30,44
$PO_5 : N$.	1 : 4,7	1 : 15,3	1 : 8,7	1 : 8,0	1 : 10,8	1 : 3,1

22.

V. Periode.

1000 Pflanzen enthalten Gramm in den:

	Drei untern Stengel-gliedern.	Zwei mittlern Stengel-gliedern.	Obern Stengel-gliedern.	Drei untern Blättern.	Zwei obern Blättern.	Aehrchen.	1000 ganze Pflanzen.
Holzfaser	59,881	82,631	88,158	62,501	108,556	148,901	550,6
Fett	0,442	5,987	6,226	19,912	17,449	39,310	89,3
Stickstofffreie Subst.	73,837	124,395	89,693	79,438	161,119	811,478	1340,0
Stickstoffhalt. Subst.	7,388	17,992	21,767	18,084	40,402	246,020	351,7
Organische Subst.	141,549	231,005	205,844	179,935	327,526	1245,709	2331,6
Kieselsäure	0,285	1,210	2,891	6,890	16,112	8,934	36,32
Schwefelsäure . . .	0	0,168	0,167	0,662	2,899	1,448	5,34
Phosphorsäure . . .	0,193	0,185	0,394	0,351	0,589	12,518	14,23
Eisenoxyd	0,073	0,002	0,003	0,272	0,227	Spur	0,58
Kalk	0,260	0,690	1,228	3,390	6,617	2,522	14,71
Magnesia	0,151	0,468	0,554	0,749	1,537	2,992	6,45
Chlor	0,598	1,525	1,060	0,320	0,959	1,318	5,78
Natron	0,028	0,292	0,150	0,190	0,201	0,005	0,87
Kali	5,497	8,884	7,920	7,444	9,548	4,467	43,76
Asche	6,951	12,995	14,156	20,065	38,474	34,291	126,93
Trockensubstanz	148,5	244,0	220,0	200,0	366,0	1280,0	2458,5

23.

1000 ganze Pflanzen

enthalten Gramm

am Ende der Perioden:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Holzfaser	103,3	459,7	564,8	545,0	550,6
Fett	20,1	48,9	82,9	97,6	89,3
Stickstofffreie Substanz	201,4	624,6	916,7	1242,6	1340,0
Stickstoffhaltige Subst.	95,4	158,9	202,8	317,8	351,6
Organische Substanz	419,2	1292,2	1767,2	2203,0	2331,6
Kieselsäure	6,39	15,82	25,45	34,66	36,32
Schwefelsäure	1,06	2,71	2,68	4,83	5,34
Phosphorsäure	3,27	5,99	10,32	12,90	14,23
Eisenoxyd	0,20	0,46	0,61	0,83	0,58
Kalk	4,48	8,50	11,60	14,49	14,71
Magnesia	1,53	2,71	3,71	5,42	6,45
Chlor	2,28	3,62	5,32	5,96	5,78
Natron	0,86	1,28	1,47	1,12	0,87
Kali	17,05	31,11	40,20	44,33	43,76
Asche	36,60	70,08	100,41	120,75	126,93
Trockensubstanz	455,8	1363,6	1867,6	2323,8	2458,5

24.

1000 ganze Pflanzen

nehmen auf (respective bilden) Gramm

innerhalb der Perioden:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Holzfaser	103,3	356,4	105,1	Abnahme	
Fett	20,1	28,8	34,0	14,7	Abnahme
Stickstofffreie Substanz	201,4	423,2	292,1	325,9	97,4
Stickstoffhaltige Subst.	95,4	63,5	43,9	115,0	34,2
Organische Substanz	419,2	873,0	475,1	435,8	128,6
Kieselsäure	6,39	9,43	9,63	9,21	1,66
Schwefelsäure	1,06	1,65	0	2,12	0,41
Phosphorsäure	3,27	2,72	4,33	2,58	1,33
Eisenoxyd	0,20	0,26	0,15	0,22	—
Kalk	4,48	4,02	3,10	2,89	0,22
Magnesia	1,53	1,18	1,01	1,71	1,03
Chlor	2,28	1,34	1,70	0,64	—
Natron	0,86	0,42	0,19	—	—
Kali	17,05	14,06	9,09	4,13	—
Asche	36,60	33,48	30,33	20,34	7,18
Trockensubstanz	455,8	907,8	504,0	456,2	134,7

25.

1000 Gramm Trockensubstanz der ganzen Pflanze

enthalten Gramm:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Holzfaser	226,6	337,1	302,2	234,5	224,0
Fett	44,1	35,9	44,4	42,0	36,3
Stickstofffreie Substanz	441,9	458,1	512,0	534,5	545,0
Stickstoffhaltige Subst.	209,3	116,5	108,6	136,7	143,0
Organische Substanz	919,7	947,6	945,6	948,0	948,3
Kieselsäure	14,02	11,60	13,62	14,91	14,77
Schwefelsäure	2,33	1,99	1,43	2,08	2,17
Phosphorsäure	7,20	4,39	5,52	5,55	5,79
Eisenoxyd	0,41	0,34	0,33	0,36	0,24
Kalk	9,83	6,23	6,21	6,23	5,98
Magnesia	3,36	1,98	1,98	2,33	2,63
Chlor	5,00	2,75	2,85	2,26	2,35
Natron	1,89	0,94	0,79	0,48	0,35
Kali	37,4	22,82	21,51	19,07	17,80
Asche	80,3	52,4	54,4	52,0	51,7

Zusammenfassung der Resultate.

A. Die procentische Zusammensetzung der ganzen Pflanze und ihrer Theile während der einzelnen Wachsthumsperioden.

I. Die ganze Pflanze,

Tabelle 25, welche nach Tabelle 23 berechnet ist, gibt ein Bild der Zusammensetzung gleicher Mengen Trockensubstanz am Ende jeder Periode.

Betrachten wir zunächst:

I. Die nähern Bestandtheile,

so zeigt sich in Bezug auf:

a. Holzfaser, das Maximum kurz vor der Blüte. Bis dahin findet eine schnelle Zunahme, später bis zur Beendigung der Blüte ein langsames, dann aber ein schnelles Fallen statt. Der Procentgehalt der reifen Pflanze an Holzfaser ist zur Zeit der Reife fast ebenso gross, als er es vor dem Schossen war.

b. Der Fettgehalt schwankt.

c. Die stickstofffreie Substanz. Hier bemerkt man eine continuirliche Steigerung. Am reichsten an stickstofffreien organischen Verbindungen ist die reife Pflanze. Die Steigerung ist indessen nicht sehr beträchtlich. Folgendes sind die Verhältnisse:

I.	II.	III.	IV.	V.
1	1,04	1,13	1,21	1,26.

d. Der Stickstoffgehalt ist in der jungen Pflanze am grössten, wie schon durch frühere Untersuchungen vielfach nachgewiesen worden ist. Es findet ein Sinken bis zur Blüte und von da wieder ein langsames Steigen bis zur Reife statt. In der ersten Hälfte des Wachsthums wird durch die überwiegende

Production von Holzfaser der Procentgehalt an Proteinverbindungen herabgestimmt, während in der zweiten Hälfte, wie eben gezeigt wurde, die Vermehrung der stickstofffreien Nährsubstanz nicht in so vorwaltendem Masse stattfindet, dass nicht die gleichzeitige Assimilation von Stickstoff noch eine Erhöhung des procentischen Stickstoffgehalts hervorbringen könnte. Allerdings steigt dieser Gehalt nie wieder zu der Höhe wie in der jungen Pflanze, indessen ist er doch zur Zeit der Reife 1,3 mal so hoch als unmittelbar nach der Blüte. Setzt man den Procentgehalt der blühenden Pflanze an Stickstoffverbindungen = 1, so beträgt er in den einzelnen Perioden:

I.	II.	III.	IV.	V.
1,9	1,1	1	1,2	1,3.

c. Der Aschengehalt ist ebenfalls Schwankungen ausgesetzt. Im Anfange ist er am höchsten und nimmt dann während der Periode des Schossens auffallend ab. In dieser Zeit assimilirt die Pflanze die grösste Menge atmosphärischer Nahrung, während die Aufnahme von Bodenbestandtheilen bereits abnimmt; daher das beträchtliche Sinken des procentischen Aschengehalts. Während der Blüte, wo die Holzfaserbildung aufgehört hat, hingegen die Aufnahme der Mineralbestandtheile nur unbeträchtlich sinkt, zeigt sich wieder eine geringe Erhöhung der Aschenprocente.

Bei der Reife findet zwar eine beständige Abnahme in der Assimilation der atmosphärischen und mineralischen Nahrung statt, indessen sinkt jene etwas langsamer als diese, weshalb auch die reife Pflanze wiederum ein wenig aschenärmer ist, als die blühende war. Die zuletzt erwähnten Schwankungen sind aber so unbeträchtlich, dass man vielleicht eine Constanz annehmen dürfte.

Vergleichen wir hiermit die von Scheven [1]) gefundenen

---

[1]) Hier, wo es sich nur um die procentische Zusammensetzung der Pflanze handelt, fallen die oben S. 24 ausgesprochenen Bedenken theilweise weg

Resultate, so zeigen sich zwar einige Verschiedenheiten: allein im ganzen bemerkt man doch eine gewisse Uebereinstimmung. Es enthielten nämlich 1000 Gramm der trockenen Gerstenpflanze:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Holzfaser	276,1	377,0	367,0	328,0	338,0
Fett	34,5	38,9	22,7	16,9	13,4
Stickstofffreie Substanz	375,9	400,0	449,7	513,3	504,8
Stickstoffhaltige Substanz	193,8	109,2	93,9	72,0	81,6
Asche	119,7	74,9	66,7	69,9	68,2

Die grösste Abweichung zeigt sich in Bezug auf die stickstoffhaltige Substanz. Schieven hat keine Zunahme in der relativen Menge der Proteinkörper gegen die Reife hin beobachtet. Der hohe Aschengehalt namentlich in der jungen Pflanze erklärt sich wol daraus, dass Schieven die Aschenprocente durch directes Einäschern bestimmte, während ich die betreffenden Zahlen durch Addition der einzelnen Mineralbestandtheile erhielt, sodass beide Angaben nicht miteinander vergleichbar sind.

Wolff fand beim Hafer folgende Zahlen als Procente der Trockensubstanz:

Erster Versuch.

	I.	II.	III.	IV. [1])
Asche . .	8,01 p. C.	6,47 p. C.	7,09 p. C.	6,25 p. C.
Stickstoff	3,49 p. C.	2,05 p. C.	1,85 p. C.	1,41 p. C.

Zweiter Versuch.

	I.	II.	III.	IV. [1])
Asche . .	11,03 p. C.	8,72 p. C.	7,82 p. C.	7,91 p. C.
Stickstoff	3,37 p. C.	2,25 p. C.	1,70 p. C.	1,12 p. C.

[1]) I. Periode. Kurz vorm Schossen. — II. Periode. Die Rispen im Hervortreten. — III. Periode. Die Blüte beendigt. — IV. Periode. Einige Tage vor der Reife.

2. Die einzelnen Aschenbestandtheile.

An Kieselsäure sind gleiche Mengen trockener Pflanzensubstanz zur Zeit der Reife am reichsten, am ärmsten kurz vor der Blüte. Obgleich die Aufnahme der Kieselsäure in dieser zweiten Periode gegen früher gestiegen ist, so tritt sie doch gegen die Assimilation von atmosphärischer Nahrung wie auch gegen die Kaliaufnahme sehr zurück: andererseits dauert nach der Blüte die Kieselsäureaufnahme ununterbrochen fort und nimmt anfangs sogar noch zu, während die Bildung der organischen Substanz gegen früher eine Verminderung erleidet.

Fast das Gleiche findet bei Schwefelsäure, Phosphorsäure und Magnesia statt.

Am kalkreichsten ist die Substanz der jungen Pflanze. Der Gehalt sinkt plötzlich und hält sich bis gegen die Reife constant. Ganz zuletzt bemerkt man noch eine geringe Verminderung.

Beim Kali zeigt sich insofern ein ähnliches Verhalten, als auch bezüglich dieses Stoffs die junge Pflanze am reichsten, die reife am ärmsten ist; indessen beobachtet man hier eine ununterbrochene Abnahme. Die bedeutendste Verminderung erfolgt auch hier wieder in der zweiten Periode.

Berechnet man nach Tabelle 23 die Aschenbestandtheile auf 100, so ergibt sich:

100 Gramm Asche der ganzen Pflanze enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure . . .	17,46	20,79	25,35	28,70	28,58
Schwefelsäure. .	2,90	3,56	2,67	4,00	4,20
Phosphorsäure .	8,93	7,87	10,28	10,68	11,20
Eisenoxyd . . .	0,54	0,60	0,61	0,69	0,46
Kalk	12,24	11,17	11,56	12,00	11,57
Magnesia	4,18	3,55	3,70	4,49	5,08
Chlor	6,23	4,76	5,30	4,93	4,52
Natron	2,35	1,68	1,46	1,93	0,68
Kali	46,58	40,88	40,02	36,70	34,44

Scheven fand bei der Gerste folgende Zahlen:

100 Theile Asche enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
Kieselsäure . .	28,81	35,23	43,94	50,70	57,18
Schwefelsäure	4,49	3,62	3,90	3,15	2,87
Phosphorsäure	12,19	10,64	9,85	12,22	11,25
Kalk	8,99	6,70	5,91	4,43	3,51
Magnesia . . .	2,86	2,72	2,81	3,30	1,81
Eisenoxyd . . .	0,56	0,24	0,30	0,19	0,27
Chlorkalium . .	4,49	3,01	3,18	5,38	5,07
Kali	36,28	37,20	28,93	19,43	15,86
Natron.	1,30	0,72	0,89	1,31	2,20

Zunächst bestätigt sich hierdurch die schon mehrfältig gemachte Beobachtung, dass der Kieselsäuregehalt in der Asche der Halmgewächse mit dem Alter steigt, während der Kaligehalt gleichzeitig abnimmt.

Hafer- und Gerstenasche verhalten sich hier insofern verschieden, als jene entschieden kieselsäureärmer und kalireicher ist als diese; ferner findet sowol die Zunahme des relativen Kieselsäure- als auch die Abnahme des relativen Kaligehalts beim Hafer in geringerm Masse statt als bei der Gerste. Wir haben nämlich die Verhältnisse:

	Gerste.	Hafer.
	I. V.	I. V.
Kieselsäure . .	1 : 2	1 : 1,6
Kali	1 : 0,5	1 : 0,7.

Die Schwefelsäure zeigt beim Hafer Schwankungen: im ganzen nimmt die relative Menge bis zur Reife zu. (Bei der Gerste bemerkt man eine Abnahme; man wolle indess bedenken, dass hier die Angaben wieder nicht vergleichbar sind: Scheven hat die Schwefelsäure in der Asche, ich direct durch Extraction bestimmt. Vgl. oben S. 31.)

In der ersten Periode hat die Pflanze eine phosphorsäurereichere Asche als nach dem Schossen: zur Blütezeit nimmt der Gehalt beträchtlich zu und steigt bis zur Reife. Die Gerstenasche wird nach SCHEVEN bis nach der Blütezeit (III. Periode) ärmer an Phosphorsäure, im Verlaufe der Reife aber wieder reicher daran.

Eine auffallende Verschiedenheit zeigt sich in Bezug auf Kalk und Magnesia. Während beim Hafer der Kalkgehalt der Asche durch alle Perioden ziemlich constant bleibt, nimmt er bei der Gerste continuirlich ab und ist zugleich beträchtlich niedriger als bei jenem. Der Magnesiagehalt steigt beim Hafer vom Schossen an bis zur Reife regelmässig um etwa die Hälfte: bei der Gerste bleibt er bis zur beginnenden Reife constant, steigt dann plötzlich um den vierten Theil und sinkt ganz zuletzt wieder auf die Hälfte herab.

An Chlor ist die Haferasche (wol nur infolge der Bestimmungsmethode) stets reicher als die Gerstenasche. Bei beiden zeigen sich übrigens Schwankungen.

WOLFF theilt über die procentische Zusammensetzung seiner Haferaschen folgende Angaben mit [1]):

Erster Versuch.

	I.	II.	III.	IV.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
Kieselsäure	26,6	29,0	38,8	61,2
Phosphorsäure	11,9	9,8	9,7	11,6
Schwefelsäure	5,0	4,5	3,2	2,6
Chlornatrium	6,2	1,0	5,2	1,5
Kalkerde und Magnesia	15,2	14,1	11,9	6,0
Kali	12,2	36,8	26,9	16,5
Natron	22,9	4,8	4,3	0,6

[1]) WOLFF sagt nichts Näheres über die Methoden, welche er bei seinen Analysen angewendet hat. Diese Rücksicht wäre er den Fachgenossen um so mehr schuldig gewesen, als seine Angaben mehres Auffallende bieten. Denn wer sollte sich nicht fragen, aus welchem Grunde Kalk und Magnesia zu-

Zweiter Versuch.

	I.	II.	III.	IV.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
Kieselsäure	24,7	27,5	45,8	64,5
Phosphorsäure	10,5	8,8	8,4	11,3
Schwefelsäure	3,2	5,5	2,6	2,2
Chlornatrium	1,1	2,7	2,2	0,8
Kalkerde und Magnesia	14,1	14,6	6,5	2,0
Kali	37,2	40,3	33,5	19,2
Natron	9,2	0,6	1,0	—

II. Die einzelnen Organe der Pflanze.

Betrachten wir jetzt die Zusammensetzung der einzelnen Theile der Haferpflanze, so lassen sich nicht nur zwischen Stengel und Blatt, sondern auch bei gleichen Organen zwischen obern und untern Theilen durch alle Perioden deutliche Verschiedenheiten erkennen. Dieselben erstrecken sich sowol auf die organischen als auch auf die anorganischen Bestandtheile: namentlich sind sie bezüglich der letztern sehr hervortretend und bewahren durch alle Perioden eine gewisse Regelmässigkeit.

1. Die nähern Bestandtheile.

Aus Tabellen 1, 3, 5 bis 21 ergibt sich Folgendes:

a. Holzfaser. Den höchsten relativen Gehalt an Holzfaser findet man in den Stengeln und zwar in den untern Theilen derselben zur Zeit des Schossens und der Blüte. Vor dieser Zeit betrug der Gehalt einer gleichen Menge Trockensubstanz nur etwa die Hälfte, nach derselben nimmt er unbeträchtlich ab. Die mittlern und obern Stengelglieder, die erst mit der zweiten Periode zum Vorschein kommen, zeigen im ganzen

---

sammen aufgeführt sind? Unmöglich können sie doch zusammen bestimmt worden sein. Ebenso ungewöhnlich ist die ausserordentliche Zunahme der Kieselsäure ganz gegen das Ende des Wachsthums, gegenüber der auffallenden Verminderung der Basen.

einen geringern relativen Gehalt an Holzfaser, und nur zur Zeit der Reife kommt derselbe in den mittlern Stengelgliedern dem der untern gleich. Jener steigt regelmässig von circa 33 p. C. bis 40 p. C. Beim obersten Theile des Halms finden wir den procentischen Gehalt an Holzfaser in der zweiten und vierten Periode gleich; während und nach der Blüte sank derselbe unbeträchtlich (infolge der Vermehrung der stickstoffhaltigen Substanz und der Asche) und stieg zur Reife wieder auf die frühere Höhe.

Die Blätter enthalten im ganzen in der gleichen Menge Trockensubstanz weniger Holzfaser als die Stengel und zwar schwankt der Gehalt zwischen 22 p. C. und 38 p. C. Bis zur Blütezeit ist derselbe in den obern, später in den untern Blättern höher. Das Maximum bei jenen fällt in die vierte, bei diesen in die zweite Periode.

Den geringsten Procentgehalt an Holzfaser zeigen die Aehrchen und zwar nimmt derselbe mit dem Alter regelmässig ab. Er sinkt von 27 p. C. (Schossen) bis auf 12 p. C. (Reife). Er ist stets niedriger als der der Stengel und Blätter in den entsprechenden Zeiten.

Diese Schwankungen im relativen Gehalt sind keineswegs mit correspondirenden Schwankungen im absoluten Gehalt verbunden. Wirkliche Abnahmen an Holzfaser zeigen sich kaum, wie auch ganz natürlich. Diese Verhältnisse werden später (unter B. I und II) besprochen. Die gegenwärtigen Betrachtungen beziehen sich nur auf die Zusammensetzung gleicher Mengen Trockensubstanz und werden auf Grund der Tabellen 1, 3, 5 bis 21 angestellt. Wenn von einer Verminderung der Holzfaser die Rede war, so ist dieselbe fast ohne Ausnahme eine Folge der absoluten Vermehrung anderer näherer Bestandtheile.

b. Fett. Das Fett ist durch Ausziehen mit Aether bestimmt, daher ist zugleich Chlorophyll und Wachs mit inbegriffen. Obige Bezeichnungsweise ist nur der Kürze wegen gewählt. Die Stengel enthalten von dieser Substanz durch-

schnittlich die geringste Menge. Der Gehalt steigt von unten nach oben und zugleich mit dem Alter der Theile. Nur zwei Ausnahmen kommen vor: die ganz jungen untern Stengelglieder zeigen einen etwa sechsmal so hohen Procentgehalt, als dieselben zur Zeit des Schossens haben, und beim obern Theile des Halms bemerkt man in der fünften Periode eine geringe Abnahme gegen die vierte.

Auffallend höher ist die relative Menge des in den Blättern enthaltenen Fettes, namentlich zeigen die untern Blätter einen hohen Gehalt. In der vierten und fünften Periode lassen sich aus diesen Theilen 10 p. C. der Trockensubstanz mit Aether ausziehen. Dies ist hier wol namentlich auf Rechnung der ausgeschiedenen wachsartigen Substanz zu schreiben. Der Minimalgehalt der Blätter an Fett beträgt 4,8 p. C. (V. Periode, obere Blätter, Tabelle 9), was den Maximalgehalt einer gleichen Menge trockener Stengelsubstanz um das anderthalbfache übersteigt. Die procentische Fettmenge steigt bei den untern Blättern bis zur vierten Periode und bleibt dann constant; bei den obern Blättern wächst sie nur bis zur Blüte und sinkt von da bis zur Reife, gleichzeitig mit der absoluten Menge (Tabellen 7, 9, 10). Diese Verminderung ist sicherlich nur äussern Einflüssen und nicht einer Resorption durch die Pflanze zuzuschreiben.

Die Aehrchen stimmen im Fettgehalt ziemlich mit den obern Stengeltheilen überein.

c. Die stickstofffreie Substanz, verglichen mit der Gesammttrockensubstanz, sinkt in den untern Stengeln bis zur Blüte (= 9 : 8) und steigt von da ab unbedeutend bis zur Reife (= 8 : 8,2). Mittlere und obere Stengel enthalten im Anfang (zweite Periode) nahezu gleichgrosse Mengen: der Gehalt davon vermindert sich mit dem Alter, aber in diesen schneller als in jenen. Die procentisch grösste Menge findet sich in den jungen untern Stengelgliedern (57 p. C.), die kleinste in den obern zur Zeit der Reife (43 p. C.). — Von gleichen Gewichten trockener Stengel und Blätter zeigen

diese durchschnittlich einen geringern Gehalt an stickstofffreier Nährsubstanz. Regelmässige Schwankungen finden sich nicht. Die untern Blätter zeigen das Maximum in der ersten Periode (42 p. C.), das Minimum in der zweiten (36 p. C.), die obern jenes in der vierten (49 p. C.), dieses nach dem Schossen (24 p. C.). — In den Aehrchen nimmt die relative Menge der stickstofffreien Substanz regelmässig zu (von 54—63 p. C.).

d. Stickstoffhaltige Substanz. Die von mir untersuchten Pflanzen zeigten durchschnittlich einen sehr hohen Stickstoffgehalt: was darin seine Erklärung findet, dass ich nur besonders üppig entwickelte, dunkelgrün gefärbte Exemplare zur Analyse verwendet habe. [1]) Am stickstoffreichsten sind die jungen Pflanzen: sie enthalten in den Stengeln 2,15 p. C., in den untern Blättern 3,37 p. C., in den obern sogar 3,74. Späterhin vermindert sich der procentische Gehalt und sinkt bis zur fünften Periode regelmässig, bei den erstern bis auf 0,79 p. C., bei den zweiten bis auf 1,43 p. C., bei den letzten bis auf 1,74 p. C.: die mittlern Stengelglieder, die zuerst in der zweiten Periode auftreten, zeigen ein abwechselndes Fallen und Steigen des Stickstoffgehalts (Tabelle 3), die obern ein successives Steigen von 0,87 p. C. bis auf 1,56 p. C. Die Aehrchen endlich verhalten sich ähnlich: im Anfange (unmittelbar nach der Blüte) sehen wir den Stickstoffgehalt procentisch ein wenig sinken, bemerken aber dann eine schnelle Erhöhung desselben, sodass er bei der Reife bis auf 3 p. C. steigt. Ordnet man die einzelnen Pflanzentheile so an, dass in jeder Periode der verhältnissmässig stickstoffreichste die erste Stelle einnimmt, so ergibt sich folgende Uebersicht:

[1]) Uebrigens fand Völker im Haferstroh ebenfalls zweimal 1,36 p. C. Stickstoff und Norton in der ganzen Pflanze bei der Reife 2,20 und 2,18 p. C., in den Körnern 2,19—3,00 p. C., bei einer Sorte (Hafer von Ayrshire) sogar 5,51 (!) p. C. Stickstoff.

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Obere Blätter.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.	Aehrchen.
3,74 p. C.	2,39 p. C.	2,27 p. C.	2,85 p. C.	3,04 p. C.
Untere Blätter.	Obere Blätter.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Obere Blätter.
3,38 p. C.	2,19 p. C.	2,18 p. C.	1,91 p. C.	1,74 p. C.
Untere Stengel.	Aehrchen.	Aehrchen.	Untere Blätter.	Obere Stengel.
2,15 p. C.	2,06 p. C.	1,85 p. C.	1,62 p. C.	1,56 p. C.
	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.
	1,52 p. C.	1,34 p. C.	1,60 p. C.	1,43 p. C.
	Obere Stengel.	Mittlere Stengel.	Mittlere Stengel.	Mittl. Stengel.
	0,87 p. C.	0,98 p. C.	1,20 p. C.	1,17 p. C.
	Untere Stengel.	Untere Stengel.	Untere Stengel.	Untere Stengel.
	0,80 p. C.	0,88 p. C.	0,83 p. C.	0,79 p. C.

Hiernach nehmen die untern Stengel in allen fünf Perioden den niedrigsten Rang ein, die mittlern stehen nur in der zweiten (Schossen) über den obern, dagegen diese in der letzten sogar (wenn auch nur um wenig) über den untern Blättern. Die Aehrchen stellen sich in den beiden ersten Perioden ihrer Existenz (bis zur Blüte) unter die Blätter, gelangen aber während der Körnerbildung und Reife auf den obersten Platz. Die obern Blätter sind im ganzen stickstoffreicher als die untern: sie stehen nur in der zweiten Periode um ein Geringes unter den untern, sonst stets über denselben.

Auf die Verhältnisse von Phosphorsäure zu Stickstoff komme ich später zurück.

e. Asche. Die Mineralsubstanzen sind im obern Theile des Halms während der ganzen Vegetation in verhältnissmässig grösserer Menge enthalten als in den untern, dagegen zeigen die untern Blätter stets einen höhern Aschengehalt als die obern, diese einen höhern als die Aehrchen. Nächst diesen ist der Stengel durchschnittlich der aschenärmste Theil der Pflanze, und zwar um so mehr, je jünger er ist. Nur eine ein-

zige (sehr natürliche) Ausnahme zeigt sich hier bei: Untere Stengel, I. Periode (Tabelle 1). Der Maximalgehalt an Mineralstoffen findet sich in dem obersten Stengeltheil zur Zeit der Reife (6,44 p. C.): derselbe erreicht aber noch nicht den Minimalgehalt der Blätter (6,97 p. C. zur Zeit der Blüte, Tabelle 9). Die procentische Aschenmenge in den Aehrchen nimmt regelmässig mit der Entwickelung derselben ab und erreicht bei der Reife fast den Minimalgehalt der Stengel (vgl. Tabelle 1 und 11).

Im allgemeinen steigt der Aschengehalt der einzelnen Organe mit dem Alter der Pflanze, nur in der zweiten Periode zeigt sich eine Verminderung in Stengel und Blatt, und bei den Aehrchen bis zur Reife.

Zur Vergleichung führe ich hier die von SCHEVEN bei der Gerste gefundenen Resultate auf:

1000 Theile Trockensubstanz enthalten (in runden Zahlen).

a. Holzfaser.

	II.	III.	IV.	V.
Halme	458	451	523	572
Blätter	306	367	423	447
Aehren Spreu	325	248	215	356
Aehren Körner				64

b. Fett.

Halme	31	19	18	0,9
Blätter	57	37	32	30
Aehren Spreu	25	13	0,9	1,7
Aehren Körner				1,1

c. Stickstofffreie Substanz.

Halme	405	434	378	318
Blätter	376	387	365	358
Aehren Spreu	488	568	606	414
Aehren Körner				723

d. Stickstoffhaltige Substanz.

	II.	III.	IV.	V.
Halme	49	44	28	35
Blätter	158	100	58	62
Aehren { Spreu / Körner }	116	119	96	{ 57 / 156 }

e. Asche.

Halme	57	52	53	66
Blätter	102	109	120	103
Aehren { Spreu / Körner }	46	50	75	{ 157 / 35 }

2. Die einzelnen Aschenbestandtheile.

In Bezug auf die Vertheilung der Aschenbestandtheile über die Organe der Pflanze machen sich auffallende, sehr charakteristische Verschiedenheiten bemerkbar. Gehen wir zunächst wieder von gleichen Mengen der trockenen Pflanzensubstanz aus, so erstrecken sich diese Verschiedenheiten besonders auf Kieselsäure, Schwefelsäure, Eisenoxyd und Kalk, weniger auf Phosphorsäure, Magnesia (Chlor) und Kali.

a. Die Kieselsäure ist in den Blättern stets in überwiegend grösserer Menge als im Stengel enthalten. Tabelle 21 zeigt, dass der Procentgehalt der obern Blätter den der untern Stengelglieder um das dreiundzwanzigfache übertrifft. Dieses Maximum wird nur in der fünften Periode erreicht; früher ist der Unterschied geringer, der Mehrgehalt sinkt auf das achtzehn-, vierzehn-, zwölffache herab. Auch die Aehrchen enthalten in den drei ersten Perioden mehr Kieselsäure als die einzelnen Stengelglieder, in der vierten und fünften indess mehr als die beiden untern.

Setzt man den Kieselsäuregehalt der untern Stengel in der zweiten Periode = 10, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
II.	10	10,6	11,7	158	78	61
III.	12,4	16,6	26,6	172	113	73
IV.	11,4	22,2	55,9	189	211	43
V.	10,6	27,4	72,6	190	243	39

Im allgemeinen kann man sagen: Der procentische Gehalt an Kieselsäure steigt im Halme von unten nach oben und mit dem Alter; in den Blättern ist er an und für sich beträchtlich höher als im Halme, steigt aber regelmässig nur mit dem Alter (Tabelle 33 und 34), wogegen er von unten nach oben bis zur Blütezeit ab-, nach derselben aber zunimmt (Tabellen 25—29). Letzteres lässt sich auch so fassen: Die gleichzeitige Vermehrung der relativen Kieselsäure-Menge in den Aschen der untern und obern Blätter findet bei letztern in beträchtlich grösserm Masse statt als bei jenen, sodass der Procentgehalt an dieser Mineralsubstanz, der unten anfangs doppelt so gross war als oben, zur Blütezeit überall gleich, zur Reife aber oben etwa $1^1/_4$ mal so gross ist als unten.

Zur bessern Veranschaulichung der Veränderungen des Kieselsäuregehaltes mit der Zeit, setzen wir den Procentgehalt der einzelnen Theile (Tabellen 1, 3, 5, 7, 9, 11) in der ersten (respective zweiten) Periode = 10; dann ergibt sich in runden Zahlen:

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
I.	10	—	—	10	10	—
II.	7	10	10	12	16	10
III.	9	15	23	13	23	13
IV.	8	21	48	14,8	43	7
V.	8	26	62	15	50	6

Die schnellste Zunahme findet also in den obern Blättern, die langsamste in den untern Blättern statt.

Man findet in vielen agricultur-chemischen Schriften [1]) die Ansicht ausgesprochen, dass die Kieselsäure für die Gramineen insofern eine Bedeutung habe, als sie zur Festigkeit und Widerstandsfähigkeit des Halms beitrage. Wenn dies wirklich der Fall ist, so weisen doch die eben besprochenen Verhältnisse zur Genüge nach, dass schon eine sehr geringe Menge Kieselsäure hinreichen müsse, diese Function zu erfüllen. Wir finden in der Asche des Haferhalms durchschnittlich etwa 5—6 p. C. Kieselsäure, und wenn die Pflanze in ihren andern Theilen nicht grössere Mengen davon enthielte, so würde man vielleicht obige Vermuthung nie ausgesprochen haben, denn in sehr vielen Aschen anderer Pflanzen und Pflanzentheile sind gleiche und grössere Quantitäten gefunden worden. Es muss die Kieselsäure, die allen Beobachtungen zufolge für das Wachsthum der Gramineen unentbehrlich ist, noch eine andere Function zu erfüllen haben, über die wir indess vorläufig noch nicht einmal eine Vermuthung aussprechen können. Thatsache ist, dass sei sich beim Hafer in grossen Mengen in den Blättern ablagert, und zwar nicht in den Zellen, sondern in der Membran derselben, zumeist aber wol in der Cuticula. Hier ist die Kieselsäure, wie überhaupt in der ganzen Pflanze wahrscheinlich ganz in unlöslicher Form enthalten. Ich habe die hier beschriebenen Versuche noch nach einer andern Richtung fortgesetzt, und werde darüber im Anhange dieses Werks einige Mittheilungen machen. Hier erwähne ich nur Folgendes: Die Haferpflanzen der fünften Periode wurden, genau wie oben beschrieben, getheilt, fein gepulvert, in Quantitäten von 20—35 Gramm durch Deplaciren vollständig mit Wasser erschöpft und Rückstand wie Auszug in angegebener Weise analysirt. Hieraus ergab sich, dass 1000 Gramm Trockensubstanz Kieselsäure enthielten:

[1]) Z. B. Wolff, Ackerbau (1854), I, S. 235.

	Im Rückstand.	Im Auszuge.
Untere Stengel	1,41 Gramm	0,33 Gramm.
Mittlere Stengel	4,82 „	0,30 „
Obere Stengel	13,02 „	0,36 „
Untere Blätter	34,37 „	0,86 „
Obere Blätter	43,35 „	0,52 „

Auch Scheven hat den wässerigen Auszug der (ganzen) Gerstenpflanze untersucht, und kommt gleichfalls zu dem Schlusse, dass „die Kieselsäure nur zu einem sehr geringen Theile gelöst vorhanden ist".

b. Die Schwefelsäure findet sich während des ganzen Wachsthums in den Blättern in bedeutend grösserer Menge als in den Stengeltheilen. Setzt man den Procentgehalt der untern (respective mittlern) Stengelglieder = 1, so ergibt sich:

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
I.	1	—	—	1,2	1,6	—
II.	1	0,5	Spur	8,3	6,1	1,9
III.	0	1	1	8,5	7,9	Spur
IV.	0	1	1	4,8	11,1	0,7
V.	0	1	1,1	4,7	11,3	2

Von der Blütezeit an verschwindet die Schwefelsäure aus den untern Stengelgliedern gänzlich, die verhältnissmässig grösste Menge enthalten die obern Blätter zur Zeit der Reife.

c. An Kalk ist die trockene Blattsubstanz ebenfalls auffallend reicher als die des Stengels und der Aehrchen. Setzt man den procentischen Kalkgehalt der untern Stengelglieder in der ersten Periode = 10, so erhält man:

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
I.	10	—	—	71	37	—
II.	8	11	12	58	54	17
III.	7	11	16	82	56	15
IV.	8	13	20	84	76	12
V.	8	14	27	81	87	9

Man bemerkt also in den untern Stengelgliedern im Anfange eine geringe Abnahme, später eine Constanz im Kalkgehalt; in den mittlern und obern Theilen des Halms steigt der Kalkgehalt bis zur Reife und zwar in den obern auffallend schneller; übrigens sind die obern Stengeltheile stets reicher daran als die untern. Auch in den untern Blättern findet in der zweiten Periode eine Abnahme statt, späterhin aber, wie auch in den obern von Anfang an, steigt der Gehalt und zwar in jenen vor, in diesen nach der Blüte im beschleunigten Masse. Die Aehrchen werden mit dem Alter ärmer an Kalk.

d. Bei der Phosphorsäure zeigt sich ein anderes Verhalten. Hier sind die Unterschiede zwischen Blatt und Stengel weniger deutlich ausgesprochen. Im allgemeinen bemerkt man im Stengel eine Zunahme bis zur Blüte und nachher eine sehr plötzliche Abnahme; bei den Blättern findet die Abnahme gleich von der zweiten Periode an statt. Die Schwankungen sind sehr bedeutend; sie werden bei den spätern Zusammenstellungen in ein besseres Licht treten.

e. Auch Magnesia, Chlor und Alkalien zeigen, auf trockene Pflanzensubstanzen bezogen, weniger hervortretende Regelmässigkeiten, dieselben werden indess auffallend, wenn man das quantitative Verhältniss jener Substanzen zu den übrigen Aschenbestandtheilen in Betracht zieht, oder die absoluten Mengen bestimmt, welche die Pflanze von diesen Mineralsubstanzen aufgenommen hat.

Zur bessern Vergleichung der relativen Mengen der in der Pflanze enthaltenen einzelnen Mineralbestandtheile gebe ich hier die

Procentische Zusammensetzung der Asche der einzelnen Pflanzentheile.

I. Periode.

	Untere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.
Kieselsäure	5,89	23,89	11,25
Schwefelsäure	4,03	2,22	3,53
Phosphorsäure	13,31	5,41	12,74
Eisenoxyd	0,61	0,53	0,53
Kalk	4,72	15,28	9,87
Magnesia	4,69	2,91	5,82
Chlor	11,63	4,66	7,07
Natron	11,15	2,44	0,24
Kali	46,59	43,88	50,42

II. Periode.

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
Kieselsäure	6,72	6,43	6,04	30,20	18,72	28,34
Schwefelsäure	2,15	0,90	Spur	5,04	5,00	2,90
Phosphorsäure	6,09	7,47	14,21	3,34	7,70	15,20
Eisenoxyd	0,59	0,30	0,25	0,92	0,54	0,46
Kalk	6,05	7,91	7,24	12,83	16,02	8,96
Magnesia	3,86	4,69	5,87	2,27	3,18	5,72
Chlor	10,28	9,78	3,04	3,66	5,06	4,82
Natron	4,16	2,92	2,04	0,99	2,27	1,26
Kali	57,55	61,79	61,95	42,42	41,22	33,68

III. Periode.

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
Kieselsäure . .	6,42	6,30	9,16	30,39	29,24	36,37
Schwefelsäure	0	1,11	1,03	4,41	5,84	Spur
Phosphorsäure	4,48	10,23	14,14	3,06	4,79	20,85
Eisenoxyd . . .	0,14	0,19	0,28	1,38	0,66	0,14
Kalk	4,19	4,87	6,27	16,69	16,75	8,76
Magnesia . . .	2,14	4,41	3,87	1,88	2,88	6,01
Chlor	8,22	8,83	5,79	2,57	4,98	3,79
Natron	2,40	2,34	2,19	0,64	1,28	1,50
Kali	58,67	63,71	57,59	38,61	34,66	22,56

IV. Periode.

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
Kieselsäure . .	4,66	8,00	18,12	33,80	39,38	27,49
Schwefelsäure	0	1,20	1,06	2,85	6,84	1,51
Phosphorsäure	3,04	3,68	2,54	2,40	2,06	33,50
Eisenoxyd . . .	1,28	0,12	0,13	2,09	0,73	Spur
Kalk	3,56	5,30	7,27	17,20	16,25	8,69
Magnesia . . .	2,34	4,14	5,26	2,59	3,41	7,25
Chlor	7,34	10,72	7,95	1,95	3,13	5,00
Natron	1,37	0,96	0,95	1,19	0,98	0,60
Kali	78,03	68,30	58,49	36,37	27,99	17,14

V. Periode.

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
Kieselsäure . .	4,10	9,31	20,43	34,02	41,86	26,05
Schwefelsäure	0	1,30	1,18	3,26	7,53	4,96
Phosphorsäure	2,78	1,43	2,78	1,75	1,53	36,50
Eisenoxyd . . .	1,05	0,02	0,20	2,75	0,59	Spur
Kalk	3,64	5,31	8,67	16,74	17,29	7,35
Magnesia . . .	2,18	3,60	3,92	3,84	3,99	8,96
Chlor	8,61	11,74	7,49	1,68	2,49	3,84
Natron	0,41	1,58	1,09	0,94	0,42	0,15
Kali	81,20	68,38	55,94	36,91	24,81	13,03

Es folgt nun eine Zusammenstellung nach den einzelnen Pflanzentheilen:

Untere Stengel.

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Kieselsäure . .	5,89	6,72	6,42	4,66	4,10
Schwefelsäure	4,03	2,15	0	0	0
Phosphorsäure	13,31	6,09	4,48	3,04	2,78
Eisenoxyd . .	0,61	0,59	0,14	1,28	1,05
Kalk	4,72	6,05	7,19	3,56	3,64
Magnesia . . .	4,69	3,86	2,14	2,34	2,18
Chlor	11,63	10,28	8,22	7,34	8,61
Natron	11,15	4,16	2,40	1,37	0,41
Kali	46,59	57,55	58,67	78,03	81,20

Mittlere Stengel.

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Kieselsäure	6,43	6,30	8,00	9,31
Schwefelsäure . . .	0,90	1,11	1,20	1,30
Phosphorsäure . .	7,47	10,23	3,68	1,43
Eisenoxyd	0,30	0,19	0,12	0,02
Kalk	7,91	4,87	5,30	5,31
Magnesia.	4,69	4,41	4,14	3,60
Chlor	9,78	8,83	10,72	11,74
Natron.	2,92	2,34	0,96	1,58
Kali	61,79	63,71	68,30	68,38

Obere Stengel.

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Kieselsäure	6,04	9,16	18,12	20,43
Schwefelsäure . . .	Spur	1,03	1,06	1,18
Phosphorsäure . .	14,21	14,14	2,54	2,78
Eisenoxyd	0,25	0,28	0,13	0,20
Kalk	7,24	6,27	7,27	8,67
Magnesia	5,87	3,87	5,26	3,92
Chlor	3,04	5,79	7,95	7,49
Natron	2,04	2,19	0,95	1,09
Kali	61,95	57,59	58,49	55,95

Untere Blätter.

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Kieselsäure . .	23,89	30,20	30,39	33,80	34,02
Schwefelsäure	2,22	5,04	4,41	2,85	3,26
Phosphorsäure	5,41	3,34	3,06	2,40	1,75
Eisenoxyd . .	0,53	0,92	1,38	2,09	2,75
Kalk	15,28	12,83	16,69	17,20	16,73
Magnesia . . .	2,91	2,27	1,88	2,59	3,84
Chlor	4,66	3,66	2,57	1,95	1,68
Natron	2,24	0,99	0,64	1,19	0,94
Kali	43,88	42,23	38,61	36,37	36,91

Obere Blätter.

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
Kieselsäure . .	11,35	18,72	29,24	39,38	41,86
Schwefelsäure	3,35	5,00	5,84	6,84	7,53
Phosphorsäure	12,75	7,70	4,79	2,06	1,53
Eisenoxyd . .	0,53	0,54	0,66	0,73	0,59
Kalk	9,87	16,02	16,75	16,25	17,19
Magnesia . . .	5,82	3,18	2,88	3,41	3,99
Chlor	7,07	5,06	4,98	3,13	2,49
Natron	0,24	2,27	1,28	0,98	0,42
Kali	50,42	41,22	34,66	27,99	24,81

Aehrchen.

	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode
Kieselsäure	28,34	36,37	27,49	26,05
Schwefelsäure . . .	2,90	Spur	1,51	4,96
Phosphorsäure . .	15,10	20,85	33,50	36,50
Eisenoxyd	0,46	0,14	Spur	Spur
Kalk	8,96	8,76	8,69	7,35
Magnesia	5,72	6,01	7,25	8,96
Chlor	4,82	3,79	5,00	3,84
Natron	1,26	1,50	0,60	0,15
Kali	33,68	22,56	17,14	13,03

In Bezug auf Kieselsäure, Schwefelsäure und Kalk zeigen sich auch hier wieder die oben schon erwähnten Unterschiede zwischen Stengel, Blättern und Aehrchen; nur sind dieselben hier natürlich weniger hervortretend. Besonders aufmerksam zu machen ist hier nur:

1) Auf das Verhältniss von Magnesia zu Kalk. Während in den Blättern dasselbe durchschnittlich = 1 : 5, 1 : 6, ja 1 : 8 ist, finden wir in der Stengelasche die Magnesia in verhältnissmässig grösserer Menge enthalten, das Verhältniss beträgt kaum 1 : 2, gewöhnlich aber 1 : 1,5 oder 1 : 1. Dies ist ein charakteristischer Unterschied zwischen Stengel- und Blattasche, der sich überall zu wiederholen scheint. So ergeben auch die von mir 1856 ausgeführten und oben S. 19 mitgetheilten Analysen Aehnliches. Ebenso fand Norton:

			In der Stengelasche:				
Kalk	2,40	4,22	3,74	2,42	2,64	1,60	4,12
Magnesia . .	0,88	3,20	2,20	2,58	1,17	2,27	1,47
			In der Blätterasche:				
Kalk	8,44	7,24	7,33	6,74	6,91	5,93	5,13
Magnesia . .	5,33	3,11	3,47	3,06	2,39	2,35	1,63

Hier ist der Unterschied weniger auffallend, aber immerhin deutlich. Das Durchschnittsverhältniss ist bei der

Blätterasche 1 : 2,3 Stengelasche 1 : 1,5.

In der Aehrchenasche sehen wir den Kalk mit dem Alter abnehmen, die Magnesia hingegen zunehmen; in der Asche der reifen Körner ist mehr Magnesia als Kalk enthalten; überhaupt ist schon von der Blüte an diese Asche die magnesiareichste der ganzen Pflanze. Diese Eigenthümlichkeit kommt nicht nur dem Hafer zu, sondern wiederholt sich vielleicht bei den meisten Samen. Es liegen viele Analysen vor, die dies für Weizen, Roggen, Gerste, Mais, Hirse, Buchweizen, Erbsen, Wicken, Raps etc. sehr wahrscheinlich machen.

2) An Phosphorsäure sind die Aschen der jüngern Pflanzentheile stets bedeutend reicher als die ältern (nur die

Asche der mittlern Stengelglieder zeigt in der dritten Periode einen etwas höhern Phosphorsäuregehalt als in der zweiten): besonders schnell erfolgt bei den Halmen das Verschwinden dieser Säure nach der Blütezeit; dagegen sehen wir gleichzeitig die Asche der Aehrchen an Phosphorsäure zunehmen.

3) In Bezug auf Eisenoxyd, welches stets nur in geringer Menge in den Aschen enthalten ist, darf hier darauf hingewiesen werden, dass die Aschen der untern Theile der Pflanze durchschnittlich reicher daran sind, als die der obern. So sieht man diese Körper bei den untern Stengeln auf 1,28 p. C., bei den untern Blättern sogar auf 2,75 p. C. steigen, während obere Stengel und Blätter stets sehr arm daran sind und in den Aehrchen, besonders gegen die Reife hin, sich kaum noch eine Spur Eisen findet.

4) An Chlor sind die Stengelaschen durchschnittlich reicher als die Blattaschen, auch bemerkt man bei den Blättern eine Abnahme mit dem Alter (ebenso, aber unbedeutender, bei den untern Stengelgliedern), die Aschen der mittlern und obern Stengel hingegen werden mit dem Alter der Pflanze chlorreicher. Bei den Aehrchen zeigen sich Schwankungen.

5) Endlich bestätigt sich durch die mitgetheilten Tabellen die bekannte Thatsache, dass die Halmaschen stets mehr Kali enthalten, als die Blatt-, Blüten- und Fruchtaschen.

B. Das Wachsen der Haferpflanze. Die Aufnahme, Vertheilung und Wanderung der Nahrung.

Die im Vorstehenden besprochenen Thatsachen konnten nur dazu dienen, uns ein Bild von den relativen Verschiedenheiten zu entwerfen, welche die Pflanze in der Zusammensetzung ihrer einzelnen Theile zeigt. Wir gingen dabei stets von einer gleichen Menge trockener Pflanzensubstanz oder Asche aus und wurden dadurch auf Unterschiede hingewiesen, die im gewissen Sinne nur als qualitative zu bezeichnen sind. Müssten wir uns mit diesen Daten begnügen, so würde damit

Einzelnes abgerechnet, nichts weiter als eine neue Bestätigung bereits erkannter Wahrheiten gewonnen sein. Denn diese qualitativen Verschiedenheiten, so deutlich sie zum Theil auch ausgesprochen sind, können doch in keinem Falle über gewisse Vorgänge während des Lebens der Pflanze directen Aufschluss geben; sie lassen allerdings manches ahnen, weisen aber nichts mit Bestimmtheit nach, und es wäre voreilig, aus einer relativen Zu- oder Abnahme auf eine wirkliche Ausscheidung oder Aufnahme schliessen zu wollen.

Wir wenden uns daher zu dem zweiten, wie uns scheint, ungleich wichtigern Theile der aus den analytischen Resultaten zu ziehenden Schlussfolgerungen, wobei wir nur die absoluten Mengen der von der Pflanze aufgenommenen und in den einzelnen Theilen derselben enthaltenen Bestandtheile ins Auge fassen werden. Erst hierdurch erlangen die gefundenen Zahlen ihre volle Tragweite und führen, wie sich zeigen wird, zur Erkennung einiger eigenthümlichen Vorgänge, welche bei der Aufnahme und Vertheilung der Nahrung in der Pflanze stattfinden. Vielleicht wird es später, wenn grössere Reihen von ähnlichen Zahlen vorliegen, möglich sein, über Einzelnes, was hier nur andeutungsweise und als Vermuthung ausgesprochen werden konnte, mehr Gewissheit zu erlangen; mir ist es vorläufig nur vergönnt, auf Grund vereinzelt stehender Facta einige Schlussfolgerungen hinzustellen, die in der Zukunft möglichenfalls als auf unwesentlichen Aufnahmen fussend erkannt und negirt werden können. Es fehlt bisjetzt noch so gut wie gänzlich an Daten, die hier zur Vergleichung dienen könnten. Dass die Arbeiten von Schieven und Wolff (die wenigstens über die Gesammtassimilation Angaben enthalten) und die Stickstoff- und Trockensubstanzbestimmungen von Stöckhardt nur mit Vorsicht meinen Resultaten gegenübergestellt werden dürfen, ist bereits oben (S. 24) ausgesprochen. Uebrigens weiss man, dass diese Untersuchungen über die Vertheilung der Aschenbestandtheile auf die Organe der Pflanze nichts aussagen.

Als Grundlage für die nachfolgenden Betrachtungen dienen uns die Tabellen 2, 4, 6 bis 23 und 24. Sie geben die in oben angedeuteter Weise durch Rechnung gefundenen absoluten Mengen der einzelnen Bestandtheile an, welche in einer gleichen Anzahl gleichmässig ausgebildeter Pflanzen enthalten sind. Voraussetzung hierbei ist, dass die successiv gefundenen Resultate in der That aufeinander beziehbar sind, d. h. dass die später geernteten Pflanzen in ihrer Zusammensetzung ein späteres Stadium der früher geernteten wirklich repräsentiren. Dies ist zwar nur eine Annahme, deren Zulässigkeit durch nichts direct zu beweisen ist, indessen deutet doch eine gewisse, gar nicht zu verkennende Regelmässigkeit in den einzelnen Resultaten darauf hin, dass, wenn man nur nicht auf allzu kleine Differenzen ein besonderes Gewicht legt, die gewonnenen Zahlen wohl zu einer Zusammenstellung geeignet sein möchten.

Fassen wir zunächst die Tabellen 23 und 24 ins Auge, so erfahren wir durch dieselben Näheres über:

I. Die Gewichtszunahme der ganzen Pflanze und die Gesammtaufnahme (resp. Bildung) ihrer chemisch verschiedenen Bestandtheile.

Die Pflanze nimmt bis zum Ende ihres Wachsthums an Masse zu, doch ist die Zunahme in annähernd gleichen Zeiten keine gleichmässige. Die grösste Menge an Trockensubstanz wurde im vorliegenden Falle in der Periode des Schossens, die kleinste während der letzten zehn Tage vor der vollen Reife gebildet.

Die absoluten Gewichte der Pflanze während der einzelnen Perioden verhalten sich:

$$= 1 : 3 : 4{,}1 : 5{,}1 : 5{,}4$$

und sonach die entsprechenden Zunahmen:

$$= 1 : 2 : 1{,}1 : 1{,}0 : 0{,}3.$$

Nach Scheven [1]) verhalten sich die absoluten Gewichte der Gerstenpflanze während der einzelnen Perioden:

$$= 1 : 3{,}5 : 4{,}2 : 4{,}5 : 5{,}0$$

und sonach die Zunahmen:

$$= 1 : 2{,}5 : 0{,}7 : 0{,}3 : 0{,}5.$$

Er nahm die zweite Ernte zur Zeit der vollen Blüte, die erste ungefähr zu derselben Zeit, wie ich, sodass seine zweite Periode die ganze Zeit des Schossens und den Beginn der Blüte umfasst, während die Blüte der von mir untersuchten Haferpflanze in die dritte Periode fällt. Der grössere Theil der von Scheven beobachteten Zunahme während der zweiten Periode möchte daher wol nicht, wie er schliesst, während der kurzen Blütezeit, sondern in der Periode des Schossens erfolgt sein, was mit meinen Beobachtungen übereinstimmen würde und wol auch in der Natur der Sache begründet liegt.

Das Gewicht der blühenden Pflanze zu dem der reifen verhält sich nach Scheven bei der Gerste:

$$= 1 : 1{,}43$$

und bei dem Hafer nach meiner Beobachtung:

$$= 1 : 1{,}41,$$

eine auffallende, hier natürlich höchst zufällige Uebereinstimmung.

Stöckhardt [2]) berechnet die bei seiner Untersuchung über den Hafer gefundenen Gewichtszunahmen auf den preussischen Morgen, indem er die Zahl der auf einer solchen Fläche gewachsenen Pflanzen = 1,250000 setzt. Die von ihm untersuchten Pflanzen waren 1) kurz vor dem Schossen, 2) nach der Blüte, 3) bei voller Reife geerntet. Wenn man bei den von Stöckhardt (a. a. O., S. 124) angegebenen Zahlen die Wurzeln in Abzug bringt, ferner auf Tabelle 24 die Zunahme II + III und IV + V addirt und diese Summen, sowie auch I mit 2,5 multiplicirt, so erhält man Angaben, welche sich

[1]) A. a. O., S. 198.

[2]) Vgl. Chemischer Ackersmann, 1855, S. 131.

auf dieselbe Grösse beziehen und es ergibt sich folgende Zusammenstellung:

Absolute Zunahme der Haferpflanze pro Morgen.

Nach Stöckhardt:

	Vor dem Schossen.	Bis nach der Blüte.	Reife.
	Pfund.	Pfund.	Pfund.
I. Ungedüngt . . .	490 in 46 Tag.	510 in 20 T.	360 in 30 T.
II. Mit Knochenmehl	505 „ „ „	1360 „ „ „	1270 „ „ „
III. Mit Guano und Chilisalpeter . . .	1125 „ „ „	2016 „ „ „	774 „ „ „

Nach Arendt:

	Vor dem Schossen.	Bis nach der Blüte.	Reife.
	Pfund.	Pfund.	Pfund.
IV. Ungedüngt . . .	1140 in 49 Tag.	3530 in 22 T.	1417 in 21 T.,

wobei nur noch darauf hinzuweisen ist, dass sich die Angaben unter IV auf ausgesuchte, besonders kräftig entwickelte Pflanzen beziehen.

Dividirt man die auf Tabelle 24 angegebenen Zunahmen durch die Zahlen, welche die Dauer der Perioden ausdrücken, so ergeben sich die folgenden täglichen Zunahmen von 1000 Pflanzen an Trockensubstanz:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
(49 Tage.)	(12 Tage.)	(10 Tage.)	(11 Tage.)	(10 Tage.)
93 Gr.	76 Gr.	50 Gr.	42 Gr.	13 Gr.

und, wie oben, II. + III. Periode und IV. + V. Periode addirt und mit 2,5 multiplicirt, erhält man die:

Tägliche Zunahme an Pflanzenmasse pro Morgen.

	Pfund.	Pfund.	Pfund.
I. Nach Stöckhardt	11 in 46 Tag.	25 in 20 T.	12 in 30 T.
II. „ „	11 „ „ „	68 „ „ „	42 „ „ „
III. „ „	24 „ „ „	101 „ „ „	26 „ „ „
IV. Nach Arendt . . .	15,3 in 49 Tag.	160 in 22 T.	70 in 21 T.

Setzt man endlich die tägliche Zunahme während der ersten Periode überall = 10, so bekommt man die Verhältnisse:

I. 10 : 24 : 11
II. 10 : 62 : 38
III. 10 : 42 : 11
IV. 10 : 105 : 46.

So sehr diese Zahlen auch voneinander abweichen, so kommen sie doch wenigstens darin überein — und diese Vergleichung dürfte erlaubt sein —, dass die verhältnissmässig grösste Production von trockener Pflanzenmasse um die Zeit der Blüte (und zwar, wie schon oben gezeigt, unmittelbar vor derselben) stattfindet. Die unter IV beobachtete absolut und relativ beträchtlich grössere Mehrproduction gegen I bis III ist nicht, wie Stöckhardt dies bei II thut, durch den Einfluss eines (schwerlöslichen) Düngemittels zu erklären, da ja das Versuchsfeld seit Aufbringung des Stalldüngers bereits die vierte Frucht trug, sondern hier offenbar nur eine Folge kräftigerer Wurzelentwickelung in der ersten Zeit des Wachsthums, wodurch die Pflanze fähig wurde, ihre Nahrung aus einem weitern Umkreise herbeizuziehen und bis in die spätere Vegetationszeit in erhöhtem Masse aufzunehmen.

Nach Wolff enthalten 1000 Pflanzen an Trockensubstanz:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.
1. Versuch	285 Gramm	1480 Gr.	1932 Gr.	2782 Gr.,
2. „	423 „	1164 „	1475 „	2241 „

woraus der Verfasser den Schluss zieht: „die grösste Zunahme oder das kräftigste Wachsthum bemerkt man in der Regel, wenn man die Entwickelung eines einzelnen Halms verfolgt, unmittelbar nach beendigter Blüte“. Da diese Zunahme grösstentheils auf Rechnung der Körnerbildung kommt, dieselbe aber (nicht nur infolge „stickstoffreicher oder stickstoffarmer“ Düngung[?], sondern auch namentlich) infolge verschiedener Witterungseinflüsse sehr verschieden ausfallen kann, so

ist eine Mehrproduction von Trockensubstanz nach der Blüte nicht gerade undenkbar.

Was die einzelnen Bestandtheile anlangt, so vertheilen sich die Zunahmen wie folgt:

I. Holzfaser.

Die Bildung der Holzfaser hat mit der Blüte ihr Ende erreicht. Ihre absolute Zunahme ist in der zweiten Periode (beim Schossen) am bedeutendsten; sie übertrifft die der ersten und dritten Periode um das $3^1/_2$fache. Aber auch die relative Zunahme erreicht in der zweiten Periode ihr Maximum; sie verhält sich zur Gesammtzunahme der Pflanzen in der:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.
= 2 : 9	= 2 : 5	= 1 : 5.

In Bezug auf die übrige organische Substanz ergeben sich die Verhältnisse:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.
= 1 : 3,2	= 1 : 1,4	= 1 : 3,5.

Die Holzfaserbildung tritt also stets gegen die Production der übrigen organischen Pflanzenmasse zurück; sie übersteigt nur in der zweiten Periode die Hälfte derselben und erreicht in der ersten und dritten kaum den dritten Theil. In der vierten und fünften Periode wurde eine geringe Abnahme beobachtet, welche natürlich nur als eine Folge des Absterbens und Vertrocknens einzelner Pflanzentheile und des dadurch veranlassten Verlustes einer geringen Menge von Pflanzensubstanz zu betrachten ist.

Schieven findet bei der Gerste Aehnliches:

Auf einem Hektar wurde geerntet [1]):

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.
Holzfaser	394 Kilogr.	1496 Kilogr.	333 Kilogr.
Uebrige organische Subst.	862 „	1885 „	682 „

[1]) A. a. O., S. 203.

Hiernach verhalten sich die Zunahmen:

= 1 : 2.2 = 1 : 1.2 = 1 : 2.

und es übertrifft also auch bei der Gerste die Holzfaserproduction zu keiner Zeit die Bildung der übrigen organischen Pflanzensubstanz. Aber sie tritt hier im Verhältniss zu letzterer constant mehr hervor als beim Hafer: in der zweiten Periode übersteigt sie sogar die Bildung der stickstofffreien Substanz (Holzfaser = 1496, stickstofffreie Substanz = 1468) um ein Geringes, während dies beim Hafer (s. Tabelle 24) nie stattfindet.

2. Fett.

Die Fettbildung ist nicht unerheblich, sie erreicht ihr absolutes und relatives Maximum zur Blütezeit und ihr Ende einige Wochen vor der Reife. Es verhält sich nämlich die Fettzunahme in den einzelnen Perioden:

= 1 : 1.4 : 1.7 : 0.7 : —

und dieselbe zur Zunahme der übrigen organischen Substanz:

I. Periode. II. Periode. III. Periode. IV. Periode.
= 1 : 20 = 1 : 29 = 1 : 13 = 1 : 28.

In der letzten Periode zeigt sich auch hier eine Verminderung, welche sicherlich ebenso den äussern Einflüssen zuzuschreiben ist.

Bei der Gerste beobachtete SCHEVEN [1]) den höchsten Fettgehalt ebenfalls zur Blütezeit, von da ab aber eine schnelle Abnahme. Nach ihm enthalten die Gerstenpflanzen eines Hektars in der:

I. Periode. II. Periode. III. Periode. IV. Periode. V. Periode.
49 Kilogr. 195 Kilogr. 137 Kilogr. 109 Kilogr. 97 Kilogr.

3. Stickstofffreie Substanz.

Bei der stickstofffreien Substanz bemerkt man das absolute Maximum der Zunahme zur Zeit des Schossens, das relative

[1]) A. a. O., S. 203.

dagegen zur Zeit der Reife. Die Zunahmen verhalten sich zueinander:

$$= 1 : 2{,}1 : 1{,}4 : 1{,}6 : 0{,}5.$$

und zu der Vermehrung der übrigen organischen Bestandtheile in der

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
= 1 : 1	= 1 : 1,1	= 1 : 0,6	= 1 : 0,3	= 1 : 0,3.

Scheven [1]) erntete auf einem Hektar:

	I.	II.	III.	IV.	V.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
Stickstofffreie Substanz	536	2005	2723	3327	3640
Uebrige organische Substanz	720	2632	2928	2703	3121.

Hiernach verhalten sich die absoluten Zunahmen der stickstofffreien Substanz zueinander:

$$= 1 : 2{,}7 : 1{,}3 : 1{,}1 : 0{,}6.$$

und zu denen der übrigen organischen Substanz:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. und V. Periode.
= 1 : 1,3	= 1 : 1,3	= 1 : 0,4	= 1 : 0,2

was mit obigen Zahlen im allgemeinen zusammentrifft.

4. Stickstoffhaltige Substanz.

Das absolute und relative Maximum der Stickstoffaufnahme erfolgte im vorliegenden Falle in der vierten Periode.

Die Zunahmen verhalten sich zueinander:

$$= 1 : 0{,}67 : 0{,}46 : 1{,}2 : 0{,}36.$$

und zu denen der übrigen organischen Substanz in der

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
= 1 : 3,4	= 1 : 12,8	= 1 : 10	= 1 : 2,8	= 1 : 2,5.

Eine absolut und relativ geringe Menge Proteinverbindungen bildet die Pflanze in der Blütezeit. Unmittelbar

[1]) A. a. O., S. 203.

darauf in der Periode der Körnerbildung erreicht die Production der Proteinkörper ihr Maximum; in dieser Zeit beträgt die Zunahme an solchen fast den dritten Theil von der Zunahme der übrigen organischen Substanz.

Ganz andere Verhältnisse fand Schieven. Er erntete auf einem Hektar:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
277 Kilogr.	547 Kilogr.	568 Kilogr.	466 Kilogr.	588 Kilogr.

Sonach betragen die Zunahmen:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
277 Kilogr.	280 Kilogr.	11 Kilogr.	— 92 Kilogr.	112 Kilogr.

Ob bei der der Untersuchung unterworfenen Gerstenpflanze zur Zeit der eigentlichen Blüte ebenfalls eine so geringe Stickstoffassimilation erfolgt ist, wie sie von mir beim Hafer beobachtet wurde, lässt sich aus diesen Zahlen nicht mit Gewissheit schliessen, da die zweite Ernte hier mitten in die Blütezeit fällt; wahrscheinlich wird eine solche Annahme allerdings dadurch, dass in der dritten Periode, welche noch einen Theil der Blüte umfasst, eine sehr unbedeutende Menge Proteinkörper gebildet wurde. Bis dahin liesse sich noch von einer annähernden Uebereinstimmung in den beiderseitigen Resultaten reden. Wie aber die höchst beträchtliche Abnahme der stickstoffhaltigen Substanz in der vierten Periode zu deuten ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Schieven selbst geht über diese Schwierigkeit hinweg. Um den „abweichenden Stickstoffgehalt der Pflanzen aus der vierten Untersuchungsperiode“ nicht mit in Rechnung zu ziehen, schliesst er dieselbe bei seinen Zusammenstellungen aus und rechnet an einem Orte [1]) den Zeitraum von der dritten bis fünften Periode in eins. Thut man dies, so wächst der Gehalt an Stickstoffverbindungen in den auf einem Hektar geernteten Pflanzen um:

[1]) A. a. O., S. 201.

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. und V. Periode.
277 Kilogr.	280 Kilogr.	11 Kilogr.	20 Kilogramm.

Sonach verhalten sich die Zunahmen:

	Vor dem Schossen.	Blüte.	Beginnende Reife.	Volle Reife.
Nach Schieven bei der Gerste =	1 :	1 :	0,04 :	0,07
Nach Arendt beim Hafer . . =	1 :	1,1 :	1,2 :	0,3

(wenn ich bei meinen Resultaten II und III addire, um die Perioden conform zu machen). Hiernach ist von einer auch nur annähernden Uebereinstimmung nicht die Rede; denn während die Stickstoffassimilation beim Hafer von der Blüte bis zur Reife $^3/_7$ von der Gesammtassimilation beträgt, würde sie bei der Gerste nur $^1/_{29}$ betragen.

Die Resultate, welche Stöckhardt bei seinen Versuchen fand, weichen ebenfalls sowol untereinander wie auch von den meinigen zum Theil beträchtlich ab. Berechnet man die Angaben der Tabelle 24 nach Addition von II + III und IV + V auf $1^1/_4$ Million Pflanzen und schliesst bei Stöckhardt's Zahlen den Stickstoffgehalt der Wurzel aus, so werden auf einem Morgen an Stickstoffverbindungen producirt:

Nach Stöckhardt.

	Bis kurz vorm Schossen.	Bis nach der Blüte.	Bis zur Reife.
	Pfund.	Pfund.	Pfund.
I. Ungedüngt	26,1 in 46 Tag.	25,2 in 20 T.	1,1 in 20 T.
II. Knochenmehl	39,3 „ „ „	34,7 „ „ „	73,6 „ „ „
III. Guano und Chilisalpeter	142,4 „ „ „	42,3 „ „ „	32,4 „ „ „

Nach Arendt.

	Bis kurz vorm Schossen.	Bis nach der Blüte.	Bis zur Reife.
	Pfund.	Pfund.	Pfund.
IV. Ungedüngt	238,5 in 49 Tag.	266,0 in 22 T.	373,0 in 21 T.

und hiernach beträgt die tägliche Zunahme an Proteinkörpern auf einem Morgen:

I. Ungedüngt	0,6 Pfund.	1,2 Pfund.	0,03 Pfund.
II. Knochenmehl	0,9 „	1,7 „	2,5 „
III. Guano und Chilisalpeter	3,1 „	2,1 „	1,1 „
IV. Ungedüngt	4,8 „	12,1 „	17,7 „

Diese ausserordentlichen Abweichungen werden erklärlich, wenn man die Natur der untersuchten Pflanzen in Rechnung zieht. Ich habe bereits mehrmals erwähnt, dass der von mir analysirte Hafer durchaus kräftig und üppig entwickelt war. Stöckhardt gibt von dem Material seiner Untersuchungen keine Beschreibung; es finden sich indessen (a. a. O., S. 123) Angaben, welche eine Berechnung des absoluten Gewichts der einzelnen Pflanzen gestatten. Danach wiegen 1000 reife Pflanzen:

Nach Stöckhardt.

	Rispen.	Stroh.	Ganze Pflanzen.
I.	196 Gramm.	346 Gramm.	542 Gramm.
II.	460 „	789 „	1249 „
III.	520 „	1000 „	1520 „

Nach Arendt.

	Rispen.	Stroh.	Ganze Pflanzen.
IV.	1280 Gramm.	1169 Gramm.	2449 Gramm.

Hieraus sieht man, dass bei I bis III die Körnerbildung auffallend zurücktritt und dass überhaupt die Pflanzen aller vier Versuche so äusserst verschieden entwickelt waren, dass man sie miteinander zu vergleichen nicht berechtigt ist. Die Verschiedenheiten, welche sich in der äussern Ausbildung zeigen, sind wie bekannt stets von grossen Verschiedenheiten gerade im Stickstoffgehalte begleitet, sodass wir es hier mit vier gänzlich verschiedenen Vegetationsprocessen zu thun haben. Bei so ausserordentlichen Schwankungen muss ich mich auf Folgendes beschränken: In Bezug auf die relative Stickstoff-

assimilation während der Dauer des Wachsthums hat der von mir ausgeführte Versuch die meiste Aehnlichkeit mit dem unter II befindlichen: die täglichen Zunahmen an Stickstoff verhalten sich bei beiden wie:

II. 1 : 1,9 : 2,8
IV. 1 : 2,5 : 3,7.

Stöckhardt erklärt die im Vergleich mit III und namentlich mit I bedeutende Aufnahme von Stickstoff für eine Wirkung des Knochenmehls, als eines erst in späterer Zeit löslich werdenden Düngemittels, und leitet daraus den allgemeinen Satz ab: „Ob nach der Blüte noch Stickstoff aufgenommen wird, hängt lediglich davon ab, ob und wieviel davon in geniessbarer Form zu dieser Zeit im Boden noch vorhanden ist.“ In der That steht dieser Satz in schönem Einklange mit den drei von Stöckhardt ausgeführten Versuchen und mit den Lehren der sogenannten Stickstofftheorie. „Bei der ungedüngten Pflanze ist kein Stickstoff nach der Blüte mehr zugegen gewesen, darum hat sie so gut wie nichts mehr davon aufgenommen.“ Allein diese Erklärung steht im Widerspruch mit den von mir erhaltenen Resultaten. Das Feld, von dem ich meine Ernte holte, hatte im Jahre 1856 eine halbe Guanodüngung erhalten, und daher konnte im Herbst des Jahres 1857 von durch den Dünger zugeführten löslichen Stickstoffverbindungen nicht füglich mehr die Rede sein. Und dennoch sehen wir die Haferpflanze während der ganzen Reife noch sehr beträchtlich an Stickstoffgehalt zunehmen. Liegt der Grund von dieser Erscheinung im Boden, was nicht zu bezweifeln ist, so muss er wenigstens im vorliegenden Falle viel eher in den physikalischen Verhältnissen desselben und der Natur und Menge der darin enthaltenen Mineralbestandtheile gesucht werden, als in seinem Stickstoffgehalt. Ebenso könnte auch wol bei dem von Stöckhardt ausgeführten Versuche die erhöhte Stickstoffassimilation lediglich eine Folge der im Knochenmehl enthaltenen Phosphorsäure sein (vgl. weiter unten bei B. I, 6).

Die aus Wolff's Analysen sich ergebenden Zahlen sind folgende:

1000 Pflanzen enthalten stickstoffhaltige Substanz:

	I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.
1. Versuch	61,98 Gramm.	192,69 Gr.	226,23 Gr.	247,63 Gr.
2. Versuch	90,21 „	165,76 „	158,76 „	158,31 „

Wiederum so abweichende Resultate, dass es unmöglich ist, dieselben mit den übrigen in Zusammenhang zu bringen. Ich sehe daher von jedem dahin gerichteten Versuch ab, und weise hiermit nur auf die allgemeinen Gesetze hin, welche Wolff (a. a. O., S. 56—61) aus seinen Beobachtungen in Bezug auf die Vegetation der Halmfrüchte ableitet.

Uebrigens zeigen diese sechs Versuche im Vergleich mit dem von mir ausgeführten, dass wir vorläufig über die Gesetzmässigkeiten bei der Stickstoffaufnahme durch die Pflanze noch ziemlich im Unklaren sind. Bevor wir nicht alle die einzelnen Umstände erkannt haben, welche bei der Proteinbildung eine Rolle spielen, können wir nicht hoffen, auf statistischem Wege hierüber zu einiger Erkenntniss zu gelangen.

5. Asche.

Die Aufnahme von Aschenbestandtheilen findet während des ganzen Wachsthums der Pflanze statt, doch gegen die Reife hin in beträchtlich geringerem Masse als bis zur Blüte. Die Zunahmen verhalten sich zueinander:

$$= 1 : 0{,}91 : 0{,}83 : 0{,}54 : 0{,}17,$$

zur Gewichtszunahme der ganzen Pflanze in der:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.	V. Periode.
= 1 : 12,4	= 1 : 27	= 1 : 16	= 1 : 23	= 1 : 19

und zur Zunahme der organischen Substanz:

= 1 : 11,5	= 1 : 26	= 1 : 15,8	= 1 : 21,7	= 1 : 18.

Die Aufnahme der mineralischen Nahrung erfolgt also nicht proportional mit dem Wachsen der Pflanze.

Die relativ grösste Menge wird in der ersten Periode, die relativ geringste zur Zeit des Schossens assimilirt. Während der Blüte ist die Aufnahme verhältnissmässig ziemlich beträchtlich und nimmt gegen die Reife wiederum ab.

Zieht man hierbei das absolute Gewicht der ganzen Pflanze am Ende jeder Periode in Betracht, so ergeben sich folgende Verhältnisse der Aschenaufnahme zu diesem Gesammtgewicht:

I. Periode.	II. Periode.	III. Periode.	III. Periode.	IV. Periode.
1 : 11,5	1 : 41	1 : 62	1 : 116	1 : 351

Im allgemeinen sieht man, dass die Haferpflanze, je älter sie wird, um so langsamer mineralische Nahrung aufnimmt. Das Lumen der untern Zellen verringert sich mit dem Alter immer mehr und mehr, das Wachsthum wird auf einige wenige Punkte beschränkt und der Saft nimmt infolge der steten Verminderung des Vegetationswassers beständig an Concentration zu: alles Erscheinungen, die mit dem Sinken der Nahrungsaufnahme in innigem Zusammenhange stehen.

(Bei Schieven verhält sich die absolute Zunahme der Mineralbestandtheile:

$$= 1 : 1{,}2 : 0{,}15 : 0{,}17 : 0{,}2.)$$

Setzt man die in der reifen Pflanze enthaltene Menge der einzelnen nähern Bestandtheile = 100, so enthält dieselbe davon am Ende der fünften Periode an:

	Holzfaser.	Fett.	Stickstoff-freie Substanz.	Stickstoff-haltige Substanz.	Asche.
I. Periode.	18 p. C.	20 p. C.	15 p. C.	27 p. C.	29 p. C.
II. „	81 „	50 „	47 „	45 „	55 „
III. „	100 „	85 „	70 „	57 „	79 „
IV. „	100 „	100 „	92 „	90 „	95 „
V. „	100 „	100 „	100 „	100 „	100 „

daher beträgt die procentische Zunahme an:

	Holzfaser.	Fett.	Stickstoff-freie Substanz.	Stickstoff-haltige Substanz.	Asche.
I. Periode.	18 p. C.	20 p. C.	15 p. C.	27 p. C.	29 p. C.
II. „	63 „	30 „	32 „	18 „	26 „
III. „	19 „	35 „	23 „	12 „	24 „
IV. „	0 „	15 „	22 „	33 „	16 „
V. „	0 „	0 „	8 „	10 „	5 „
	100 p. C.	100 p. C.	100 p. C.	100 p. C.	100 p. C.

Hierbei ist von den geringen Abnahmen, die sich bei Holzfaser und Fett in den letzten Perioden gezeigt haben, abstrahirt, und das Maximum des Gehalts der Pflanzen an diesen Verbindungen = 100 gesetzt.

6. Die einzelnen Aschenbestandtheile.

Die Tabellen 24 und 25 lehren uns, dass die Aufnahme der Aschenbestandtheile während der einzelnen Perioden nicht in gleichem Verhältniss erfolgt.

Setzt man (Tabelle 23) den Maximalgehalt der Pflanze an den einzelnen Mineralbestandtheilen = 100, so enthält dieselbe davon in runden Zahlen:

	Kieselsäure.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Kalk.	Magnesia.	Kali.
I. Periode.	18 p. C.	20 p. C.	23 p. C.	30 p. C.	24 p. C.	39 p. C.
II. „	41 „	52 „	42 „	58 „	42 „	70 „
III. „	70 „	52 „	73 „	79 „	58 „	91 „
IV. „	93 „	90 „	91 „	99 „	84 „	100 „
V. „	100 „	100 „	100 „	100 „	100 „	100 „

woraus sich die Zunahmen ergeben:

	Kieselsäure.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Kalk.	Magnesia.	Kali.
I. Periode.	18 p. C.	20 p. C.	23 p. C.	30 p. C.	24 p. C.	39 p. C.
II. „	23 „	32 „	19 „	28 „	18 „	31 „
III. „	29 „	0 „	31 „	21 „	16 „	21 „
IV. „	23 „	38 „	18 „	20 „	26 „	9 „
V. „	7 „	10 „	9 „	1 „	16 „	0 „
	100 p. C.	100 p. C.	100 p. C.	100 p. C.	100 p. C.	100 p. C.

Nach Scheven wurden in der Gerste auf einem Hektar geerntet:

	I. Kilogr.	II. Kilogr.	III. Kilogr.	IV. Kilogr.	V. Kilogr.
Kieselsäure . .	49,3	132,1	177,5	224,5	273,3
Phosphorsäure	20,8	39,9	39,8	54,1	53,8
Kalk	15,3	25,1	21,9	19,6	16,7
Magnesia . . .	4,9	10,2	15,4	14,6	8,7
Chlorkalium . .	7,7	11,3	12,8	23,8	24,2
Kali	62,0	139,5	116,9	86,1	75,9

Schwefelsäure ist weggelassen, weil dieselbe in der Asche bestimmt wurde. Hieraus ergeben sich die Zunahmen in runden Zahlen wie folgt:

	I. Kilogr.	II. Kilogr.	III. Kilogr.	IV. Kilogr.	V. Kilogr.
Kieselsäure . .	49	84	44	47	49
Phosphorsäure	21	19	0	14	0
Kalk	15	10	— 3	— 3	— 3
Magnesia . . .	5	5	5	— 1	— 6
Kali	66	79	—22	—24	—10

und diese Zunahmen verhalten sich =

Kieselsäure . . . . . 1 : 1,7 : 0,9 : 1 : 1
Phosphorsäure . . . . . 1 : 1 : 0 : 0,7 : 0
Kalk . . . . . 1 : 0,7 : — — —
Magnesia . . . . . 1 : 1 : 1 : — —
Kali . . . . . 1 : 1,2 : — — —

Beim Hafer steigt die Aufnahme der Kieselsäure bis zur dritten Periode, wo sie ihr Maximum erreicht und sinkt bis zur fünften bedeutend herab; bei der Gerste war nach SCHEVEN die Aufnahme von Kieselsäure zur Blütezeit am grössten, fiel dann auf circa $^4/_7$ und blieb bis Ende constant. Sie steht nach beiden Versuchen mit der Holzfaserbildung in keinem Verhältniss, welche bereits in der dritten Periode ihr Ende erreicht (s. weiter unten).

Das Maximum der Schwefelsäureaufnahme fällt beim Hafer ebenfalls in die vierte Periode. Es tritt indessen plötzlich ein. Unmittelbar vorher fand ein Stillstand statt.

Die meiste Phosphorsäure wurde beim Hafer während der Blüte assimilirt, bis dahin stieg die Aufnahme (Tabelle 24 gibt dieselbe während der ersten Periode auf 3,27, in der zweiten auf 2,72 an; man wolle dabei die beträchtlich längere Dauer der ersten Periode berücksichtigen) und nahm später wieder regelmässig ab. Sie stand mit der Stickstoffassimilation in keinem constanten Verhältniss.

Es wurden nämlich aufgenommen:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Stickstoff	15,1	10,0	6,9	18,0	5,4
Phosphorsäure	3,3	2,7	4,3	2,6	1,3
Verhältniss beider	1 : 4,6	1 : 3,7	1 : 1,6	1 : 7	1 : 4,0

Bei I, II und V schwankt das Verhältniss nahezu um 1 : 4 innerhalb nicht sehr weiter Grenzen. Dagegen wurde in der Blüteperiode eine relativ sehr viel grössere Menge Phosphorsäure aufgenommen. Da es durchaus wahrscheinlich ist, dass Proteinsubstanzen sich ohne Gegenwart von Phosphorsäure nicht bilden können und man daher gegenwärtig an eine gewisse Constanz des Verhältnisses der in den Pflanzen enthaltenen Mengen beider Substanzen zueinander glaubt, da ferner eine solche Constanz, wenigstens für Körner, in der neuesten

Zeit namentlich von Mayer [1]) als nachgewiesen zu betrachten ist (s. weiter unten), so könnten diese von mir gefundenen Schwankungen zwischen Phosphorsäure- und Stickstoffaufnahme auf den ersten Blick hiermit im Widerspruch zu stehen scheinen; denn es wird ja bei gleichen Mengen aufgenommener Phosphorsäure in der vierten Periode 4,5mal soviel Stickstoff assimilirt als in der dritten. Indessen wolle man bedenken, dass obige Gesetze nicht ein constantes Verhältniss in der Zufuhr beider Stoffe verlangen können. Wir haben durchaus keinen Grund, zu beanspruchen, dass die Pflanze stets nur so viel Phosphorsäure durch die Wurzeln aufnehme, als sie eben Stickstoffverbindungen bilde, sondern müssen die Möglichkeit einer erhöhten Phosphorsäurezufuhr schon *a priori* gestatten. Der Grund, weswegen die Pflanze zu verschiedenen Zeiten verschiedene Mengen von Mineralstoffen aufnimmt, harrt für jetzt noch der Erörterung, sicherlich liegt er aber wenigstens zum Theil in den Modificationen, welche die Zusammensetzung des Pflanzensaftes in den verschiedenen Altersstadien des Gewächses erleidet. Wenn daher in einer bestimmten Wachsthumsperiode aus irgendwelchem Grunde eine grössere Quantität eines Mineralstoffs in einem beliebigen Theile der Pflanze aus dem gelösten Zustande in den ungelösten übergeht, so wird sich infolge endosmotischer Thätigkeit zwischen den einzelnen Zellen das Gleichgewicht des betreffenden Theils mit den Nachbarorganen herzustellen suchen und hierdurch wiederum eine Wanderung von entferntern Theilen her bewirkt werden, was endlich eine erhöhte Partialaufnahme in Bezug auf den fraglichen Nahrungsstoff zur Folge haben muss. Ein solcher Process kann möglicherweise zur Blütezeit in den von mir untersuchten Pflanzen stattgefunden haben. Der Saft

[1]) Ergebnisse landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche an der Station des Generalcomité des bairischen landwirthschaftlichen Vereins in München, Heft 1, S. 1—48: Untersuchungen der vorzüglichsten Cerealien aus den Provinzen Baierns, zunächst auf ihren Gehalt an Phosphorsäure und Stickstoff, von Dr. W. Mayer.

kann durch Ausscheidung phosphorsaurer Erden an Phosphorsäure ärmer geworden sein, ohne dass dieselbe nothwendig zur Bildung von Proteinstoffen gedient zu haben braucht, und hierdurch wurde eine gesteigerte Aufnahme dieser Säure durch die Wurzel bewirkt. Ein solcher Vorgang, so unerklärlich er in Bezug auf die ihn veranlassenden letzten Ursachen ist, würde doch seinem Zwecke nach durchaus begreiflich sein. Ich wage nicht zu behaupten, dass bei jedem Halmgewächs stets das Gleiche stattfinden müsse, und kann mich nur an das eine von mir beobachtete Factum halten; ob dasselbe als Regel oder Ausnahme zu betrachten ist, wird die Folge lehren. Sollte das erstere der Fall sein, so würde der Vorgang ein der Anhäufung der Reservestoffe durchaus analoger sein. Wie sich diese Stoffe in der Herbstperiode in Knolle, Rübe, Zwiebel und bei ausdauernden Gewächsen auch in Wurzel und Stamm ablagern, um dann im nächsten Frühjahr, solange die Pflanze des Blattmangels wegen noch nicht alle zur Assimilation der Nahrung nöthigen Functionen selbst ausüben kann, zur Bildung von Pflanzentheilen umgewandelt und verwendet zu werden: so würde sich hier beim Halmgewächs in der Blüteperiode, wo dasselbe zur Nahrungsaufnahme sicher noch am besten befähigt ist, ein grösserer Vorrath von Phosphorsäure aufspeichern, welcher später bei der Assimilation des Stickstoffs während der Reife eine Rolle zu spielen hat. In der That sieht man den angehäuften Vorrath schon in der ersten Zeit der Körnerbildung ziemlich wieder aufgenutzt, und die Pflanze muss während der letzten Periode ihres Wachsthums wiederum auf je vier Theile Stickstoff einen Theil Phosphorsäure wirklich aufnehmen. Addirt man nämlich III und IV, so beträgt die absolute Aufnahme von:

	I.	II.	III. + IV.	V.
Stickstoff	15,1	10,0	24,9	5,4
Phosphorsäure	3,3	2,7	6,9	1,3
Verhältniss beider	1 : 4,6	1 : 3,7	1 : 3,6	1 : 4,0

Das schliessliche Durchschnittsverhältniss stellt sich daher bei der Haferpflanze auf:

1 : 3,9.

Eine gewisse Abhängigkeit in der Assimilation dieser beiden Bestandtheile ist daher nicht zu verkennen; man würde aber sehr irren, wollte man dieses Verhältniss auf die einzelnen Pflanzentheile übertragen. Ich werde weiter unten zeigen, dass die Proteinverbindungen, obwol sie zu ihrer Bildung eine bestimmte grössere Menge Phosphorsäure nöthig zu haben scheinen, doch nach ihrer Bildung von einem solchen Ueberschusse unabhängig sind und mit einer verhältnissmässig sehr geringen Menge existiren können, wie ja auch die Analyse dieser Körper nur einen unbedeutenden procentischen Gehalt von phosphorsauren Salzen nachweist.

Die Resultate, welche Schieven bei der Gerste fand, sind folgende. Er erntete auf einem Hektar:

	I.	II.	III.	IV.	V.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
Stickstoff . . .	44	86	90	73	93

Die Aufnahme betrug daher:

	I.	II.	III.	IV.	V.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
Stickstoff . . .	44	42	4	— 17	21
Phosphorsäure	21	19	0	14	0

oder wenn man, um die auffallende Stickstoffabnahme in der vierten Periode nicht mit in Rechnung zu ziehen, IV und V addirt, wie dies der Verfasser gewöhnlich thut:

	I.	II.	III.	IV. + V.
Stickstoff . . .	44 Kilogr.	42 Kilogr.	4 Kilogr.	3 Kilogr.
Phosphorsäure	21 „	19 „	0 „	24 „

Diese Zahlen lassen sich in keine Uebereinstimmung mit den von mir gefundenen bringen; ebenso wenig die von Wolff angegebenen (s. weiter unten).

Wenn man diese abweichenden Resultate für genügend hält, die Allgemeinheit des von mir beobachteten Factums in Frage zu stellen, so mache ich dagegen bemerklich, dass es ja nicht in meiner Absicht lag, eine Theorie der Stickstoff- und Phosphorsäureassimilation zu liefern, sondern dass ich es nur versucht habe, für einen von mir beobachteten, wirklich vorgekommenen Fall eine Erklärung zu geben, die sich auf Analogien stützt und mit unsern jetzigen Kenntnissen nicht im Widerspruche steht. Ob alle oder nur einige der vorliegenden Erscheinungen als abnorm zu betrachten sind, kann sich erst zeigen, wenn eine grössere Zahl ähnlicher Beobachtungen vorliegen wird.

Kalk, Magnesia und Kali. Die Aufnahme von Kalk und Kali nimmt mit dem Alter des Gewächses ab und zwar beim Kali schneller als beim Kalk (s. oben S. 127). Letztere erfolgt bis zum Ende der Vegetation, erstere hat bereits in der vierten Periode ihr Ende erreicht. Andere Verhältnisse zeigen sich bei der Magnesia. Die Aufnahme dieser Base findet bis zur Blüte ziemlich proportional mit der des Kalks statt, steigt dann aber wieder, erreicht im Anfange der Reife ihr absolutes Maximum und nimmt in der letzten Zeit der Vegetation wiederum ab; sie überragt aber die Assimilation der übrigen Basen in dieser Periode sehr beträchtlich, und erreicht jetzt in Bezug auf Kali und Kalk ihr relatives Maximum (s. Tabelle 24, und S. 127). Dieser eigenthümliche Vorgang gewinnt an Interesse, wenn man ihn in Zusammenhang bringt mit der procentischen Zusammensetzung der Körnerasche (die weiter oben ausführlicher besprochen worden ist) und den Modificationen, welche die Asche der Aehrchen bis zur Reife der Körner erleidet. Es enthalten nämlich 100 Theile dieser Asche in der:

	II.	III.	IV.	V.
Kalk. . .	8,96 p. C.	8,76 p. C.	8,69 p. C.	7,35 p. C.
Magnesia	5,27 „	6,01 „	7,25 „	8,96 „

Man bemerkt hier eine Zunahme der Magnesia gegen den Kalk. Setzt man den Gehalt an letzterm überall = 1, so erhält man:

	II.	III.	IV.	V.
Kalk . .	1	1	1	1
Magnesia	0,59	0,69	0,83	1,22.

Der hohe Gehalt der Körner an Magnesia und das fortwährende Steigen desselben gegen die Reife hin erklärt die gesteigerte Aufnahme dieses Körpers in der Periode der Körnerbildung. Es wird in dieser Zeit fortwährend Magnesia verbraucht und in irgendeiner Art dem Pflanzensafte entzogen, daher die vergrösserte Zufuhr. Ob dieselbe gänzlich von aussen her stattgefunden hat, oder ob in den unterirdischen Theilen der Pflanze die später verbrauchten Mineralsubstanzen ganz oder zum Theil vorräthig waren, lässt sich nicht entscheiden, da die Wurzeln, äusserer Schwierigkeiten wegen, nicht mit zur Untersuchung gezogen werden konnten.

Eine Vergleichung dieser Ergebnisse mit den Resultaten, die Schieven bei der Gerste erhalten hat, lässt ganz auffallende Verschiedenheiten bemerken. Er findet nämlich, „dass die Pflanze zur Zeit der Reife von einigen ihrer anorganischen Bestandtheile eine absolut geringere Menge enthält, als sie schon früher aufgenommen hatte", und zwar sind die Abnahmen so gross (vgl. S. 127), dass sie die Grenzen der hier möglichen Schwankungen sehr bedeutend übersteigen. Von Kalk enthält die reife Pflanze nur ungefähr ebenso viel als die 54 Tage früher geerntete, welche an Trockensubstanz noch nicht den fünften Theil von jener enthält, während zur Zeit der Blüte der absolute Kalkgehalt der ganzen Pflanze in der That um zwei Drittheile grösser war. Ein Hektar lieferte:

I.	II.	V.
15,3 Kilogr.	25,1 Kilogr. . . .	16,7 Kilogr. Kalk.

Ebenso bei Magnesia und Kali: der absolute Gehalt der Pflanze an Magnesia wächst sehr regelmässig bis zur dritten Periode und nimmt von da an bis zur Reife mit beschleunigter Geschwindigkeit ab. Beim Kali beobachtete SCHEVEN von der Blüte bis zur Reife eine Verminderung von 56 Kilogramm auf einem Hektar: das blühende Gewächs enthält 1,67mal soviel Kali als das reife; SCHEVEN „vermag nicht zu erklären, wie diese Ausscheidung geschehe, ob die Stoffe sich nur in der Wurzel anhäufen oder wieder in den Boden zurückkehren: jedenfalls aber ist die Differenz zu gross, als dass sie in dem Verlust abgestorbener Pflanzentheile ihren Grund hätte".

Bei WOLFF ist die Ausscheidung sämmtlicher Basen nicht minder deutlich ausgesprochen. Nach ihm enthalten 1000 Haferpflanzen in Gramm:

Erster Versuch.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure	6,06	27,86	53,15	106,41
Schwefelsäure . . .	1,14	4,32	4,38	4,52
Phosphorsäure . . .	2,52	9,42	13,29	20,17
Kalk und Magnesia	3,67	13,55	16,30	10,44
Chlor	0,84	0,58	4,27	1,57
Natron	5,99	5,12	9,66	2,42
Kali	2,78	35,36	36,85	28,69
Asche	22,83	96,08	136,98	173,88

Zweiter Versuch.

Kieselsäure	11,49	27,91	52,83	114,33
Schwefelsäure . . .	1,49	5,58	3,00	3,90
Phosphorsäure . . .	4,89	8,43	9,63	20,03
Kalk und Magnesia	6,56	14,81	7,55	3,55
Chlor	0,31	1,64	1,52	0,85
Natron	4,55	2,06	2,50	0,75
Kali	17,31	41,42	38,64	34,03
Asche	46,53	101,50	115,35	177,26

(Bei dieser Zusammenstellung habe ich mir erlaubt, Chlor getrennt aufzuführen und das nach WOLFF daran gebundene Natrium als Natron zu berechnen, um dadurch das Verhältniss der Alkalien zueinander anschaulicher zu machen.) Der Verfasser erkennt drei Möglichkeiten an, welche zur Erklärung dieser Erscheinung geeignet seien: „Die Abnahme der Mineralbasen deutet darauf hin, dass ein Theil derselben entweder in den Wurzeln und den Stoppeln [1]) sich anhäuft, oder durch die Wurzeln in den Boden wiederum zurückkehrt, oder endlich mit dem Absterben und der Verwesung der untern Blätter von dem Regen aus der Pflanze ausgewaschen wird.“ Auch beim Weizen, der um dieselbe Zeit und wahrscheinlich nach derselben Methode analysirt wurde, ist von WOLFF eine ähnliche, wenn auch minder starke Abnahme der Mineralbasen beobachtet worden.

Wir haben noch die relative Aufnahme der Mineralsubstanzen während der einzelnen Vegetationsperioden in Betracht zu ziehen.

Setzt man die Menge der in den verschiedenen Perioden aufgenommenen Kieselsäure = 10, so ergeben sich folgende Verhältnisszahlen:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure . .	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Schwefelsäure	1,66	2,32	0	2,33	2,53
Phosphorsäure	5,14	3,65	4,49	2,80	8,00
Kalk	7,04	5,38	3,22	3,13	1,32
Magnesia . . .	2,40	2,05	1,12	1,86	6,20
Kali	26,65	18,85	9,44	4,49	0

[1]) Hieraus erfährt man, dass nicht der ganze Halm der Pflanze zur Untersuchung verwendet worden ist, sondern wahrscheinlich nur in der Länge als er gewöhnlich abgemäht wird.

Hiernach findet das relative Maximum der Aufnahme (in Bezug auf Kieselsäure)

von Schwefelsäure	in der	V.	Periode	statt	und	beträgt	das	0,25fache		
„ Phosphorsäure	„	„ V.	„	„	„	„	„	0,8	„	der Kieselsäureaufnahme.
„ Kalk	„	„ I.	„	„	„	„	„	0,7	„	
„ Magnesia	„	„ V.	„	„	„	„	„	0,6	„	
„ Kali	„	„ I.	„	„	„	„	„	2,7	„	

Eine gleiche Berechnung für die übrigen Mineralbestandtheile anzustellen, würde zu weit führen und ist für einzelne dieser Körper im Laufe der Discussion zum Theil schon erfolgt. Im allgemeinen sieht man: dass die Aufnahme der Mineralstoffe zu jeder Zeit des Wachsthums in einem andern Verhältniss erfolgt, ein Factum, welches seit lange bekannt, hier aber in bestimmten Zahlen ausgedrückt ist. Die Pflanze besitzt also nicht nur das Vermögen, dem Boden ihre mineralische Nahrung überhaupt in einem andern Verhältniss zu entziehen, als diese in ihm enthalten ist, sondern sie vermag auch dies Verhältniss je nach Bedürfniss während ihres Wachsthums zu modificiren. Gewöhnlich bezeichnet man diese Eigenschaft mit dem Worte Wahlvermögen, einem Ausdrucke, der als kurze Bezeichnung für einen complicirten Vorgang vollkommen berechtigt ist, wenn man, was wol stets geschehen, dabei von der buchstäblichen Bedeutung abstrahirt. Eine Erklärung des Vorgangs liegt aber in dem Worte noch keineswegs. Zwar versuchte man eine solche dadurch zu geben, dass man die Vermuthung aussprach, die Zellenmembran der Wurzel besitze bei verschiedenen Gewächsen verschiedene endosmotische Eigenschaften, sie „lasse mit nicht geringer Beständigkeit nur diejenigen Stoffe und in den Verhältnissen durch, welche der Natur der betreffenden Pflanze am meisten zusagen“ [1]), und in dieser Annahme, die durch nichts direct zu beweisen ist, würde allerdings ein Grund dafür liegen, dass zwei nebeneinander gewachsene Pflanzen verschiedene Mineralbestandtheile enthalten. Indessen würde die von mir soeben

[1]) Wolff in Erdmann's Journal, LII, 87.

mit Zahlen belegte Thatsache, dass solche Schwankungen auch bei denselben Gewächsen erfolgen, noch keine genügende Erklärung finden, man müsste denn die allerdings etwas gewagte zweite Hypothese aufstellen, dass die Wandungen der sich fortwährend neu bildenden papillösen Endzellen der Wurzeln in spätern Zeiten des Wachsthums andere endosmotische Eigenschaften besässen, als in frühern. Ich kann mich nun aber nicht wohl zu der Annahme verstehen, dass z. B. die oben angegebene Mehraufnahme von Phosphorsäure zur Zeit der Blüte und von Magnesia unmittelbar nachher, welche Körper nachgewiesenermassen gerade um jene Zeit in der Frucht, also am obersten Ende der Achse zur Verwendung kommen, ihre hauptsächlich oder einzig bedingende Ursache in der veränderten physikalischen Natur der um die ganze Längsausdehnung der Pflanze entfernten äussersten Elementarorgane der Wurzel haben sollten. Wäre dies der Fall, d. h. zeigten die Wurzelschwämmchen gerade in der Zeit, wo in den obern Theilen der Pflanze Phosphorsäure und Magnesia gebraucht wird, ein grösseres Vermögen, diese Stoffe passiren zu lassen, als früher oder später, so müsste das Pflanzenwachsthum sicherlich ein viel geheimnissvollerer Vorgang sein als wir bisjetzt anzunehmen pflegen. Ein Zurückführen desselben auf einfache physikalische und chemische Processe läge dann in weiter Ferne, und wer weiss, ob wir je dahin gelangen möchten, die letzten Ursachen der Vegetation annähernd zu ahnen.

Betrachten wir indessen die quantitativen Verhältnisse der Mineralsubstanzen in den einzelnen Pflanzentheilen näher, so stossen wir auf Thatsachen, die wohl geeignet sind, zu weitern Betrachtungen anzuregen. Die Gesammtmengen der aufgenommenen einzelnen Mineralstoffe vertheilen sich in jeder Periode anders über die Pflanze. Läge der einzige oder auch nur der hauptsächlichste Grund jener Schwankungen der Nahrungsaufnahme in der endosmotischen Natur der Wurzelschwämmchen, so wäre nicht zu begreifen, weshalb der eine Bestandtheil namentlich in den Blättern, der andere im Stengel, der dritte in den Blütenorganen bleiben sollte. Letzteres ist aber, wie

die obigen Tabellen beweisen, in der That der Fall und wird weiter unten ausführlicher besprochen werden. Heben wir vorläufig einige Fälle heraus, so finden wir Folgendes: 1000 ganze Pflanzen nehmen während der Blüte 4,33 Gramm Phosphorsäure auf; in dieser Periode wächst aber der Phosphorsäuregehalt

der untern Stengelglieder	um	0,011	Gramm
„ mittlern „	„	0,744	„
„ obern „	„	1,074	„
„ Aehrchen	„	3,000	„
		4,828	Gramm,

wogegen derselbe in den untern Blättern um 0,009 Gramm

„ „ obern	„	0,491	„
		0,500	Gramm

abnimmt. Ebenso wächst der Gesammtgehalt der Pflanze an Magnesia in der vierten Periode um 1,71 Gramm; von diesem Zuwachs kommen

auf die untern Stengelglieder	0,052	Gramm
„ „ mittlern „	0,011	„
„ „ obern „	0,217	„
„ „ untern Blätter	0,150	„
„ „ obern „	0,520	„
„ „ Aehrchen	0,759	„
	1,709	Gramm.

Ferner nehmen 1000 Pflanzen in der vierten Periode 2,89 Gramm Kalk auf, und zwar

die untern Stengelglieder	0,032	Gramm
„ mittlern „	0,104	„
„ obern „	0,600	„
„ obern Blätter	1,740	„
„ Aehrchen	0,515	„
	2,991	Gramm,
dagegen verlieren die untern Blätter	0,092	„
	2,899	Gramm.

Vergleichen wir hiermit die Kaliaufnahme in der vierten Periode, so ergibt sich ein abweichendes Resultat. 1000 Pflanzen nehmen in dieser Zeit 4,13 Gramm Kali auf, und zwar vermehrt sich der Kaligehalt in

den untern Stengelgliedern	um	1,617	Gramm
„ mittlern „	„	1,254	„
„ obern „	„	0,762	„
„ obern Blättern	„	1,560	„
		5,193	Gramm;

dagegen verlieren

die untern Blätter	0,717	Gramm
„ Aehrchen	0,344	„
	1,061	Gramm.

Wir sehen aus diesen Thatsachen, dass zu derselben Zeit, wo der grösste Theil des aufgenommenen Kalks und der Magnesia sich in die obern Pflanzentheile, namentlich in die Aehrchen begibt, das Kali daraus zum Theil verschwindet und sich hauptsächlich über untere, mittlere Stengelglieder und obere Blätter verbreitet. Wir sehen ferner, dass zur Blütezeit $^2/_3$ der aufgenommenen Phosphorsäure den Weg zu den Blüten nimmt und der übrige Theil in der obern Hälfte des Stengels bleibt, während eine beträchtliche Quantität der um jene Zeit in den Blättern enthaltenen Phosphorsäure diese Organe verlässt und ebenfalls nach der Spitze des Gewächses wandert. Der Grund für diese ungleichmässige Vertheilung der aufgenommenen Nahrung muss nothwendig in den betreffenden Organen der Pflanze selbst und den darin stattfindenden vitalen Vorgängen liegen. Letztere sind aber nach den Vegetationsperioden verschieden. Nach der Blüte findet die Bildung neuer Zellen fast nur oder doch in höchst überwiegendem Masse an dem Anheftungspunkte des Samens statt, hier wird die grösste Quantität von Pflanzenmasse erzeugt, folglich wird auch hier die meiste Nahrung verbraucht. Zu andern Zeiten entwickelt die Pflanze an andern Punkten Zellen anderer Natur.

Da es nun sehr wahrscheinlich ist, dass die verschiedenen nähern Bestandtheile der Zellen und des Zelleninhalts zu ihrer Bildung verschiedener Mineralbestandtheile bedürfen, so müssen nothwendig während der aufeinander folgenden Wachsthumsperioden abweichende Mengen von mineralischer Nahrung verbraucht werden. Leider wissen wir noch soviel wie nichts über die Functionen der Mineralbestandtheile für die Bildung der organischen Substanz, sondern müssen uns mit wenigen Wahrscheinlichkeiten begnügen. Als eine solche haben wir für jetzt die Beziehung der Phosphorsäure (phosphorsauren Erden?) zur Proteinbildung zu betrachten. In dem Masse, wie im Samenkorn die stickstoffhaltige Substanz entsteht, wird dem flüssigen Inhalt der Zellen Phosphorsäure auf irgendeine Weise entzogen; dieser Ausfall wird aus den Nachbarzellen infolge der eingeleiteten Endosmose ersetzt, und so findet eine erhöhte Zufuhr dieses einen Bestandtheils zum Vegetationspunkte hin statt. Ist der Verbrauch bedeutend, so muss sich eine solche Wanderung auf immer entferntere Pflanzentheile erstrecken, und schliesslich, wenn dies noch möglich ist, eine neue Zufuhr durch die Wurzel erfolgen. Dieser Vorgang wird die andern an dem betreffenden Punkte nicht verbrauchten Mineralsubstanzen nur insoweit berühren, als dieselben zufolge ihrer chemischen Eigenschaften von dem diffundirenden Körper unter den gegebenen Bedingungen nothwendig alterirt werden müssen. Eine erhöhte Zufuhr derselben aber kann nur infolge etwaiger secundärer Wirkungen eintreten. Den Hauptgrund der modificirten Nahrungsaufnahmen wird man also in den modificirten Bedürfnissen der Pflanze zu suchen haben. Welcher Art aber diese Bedürfnisse sind und wie man den „Verbrauch" zu deuten hat, muss die Zukunft erörtern. Dass z. B. in einem gewissen Pflanzentheile ein Bedürfniss an Phosphorsäure stattfinden kann, ohne dass dieselbe momentan zur Proteinbildung nöthig zu sein braucht, lehrt die erhöhte Aufnahme dieses Körpers zur Zeit der Blüte. (Vgl. oben S. 128.) Denn man ist keineswegs berechtigt, letztere lediglich als einen Ausfluss

der Wurzelthätigkeit zu betrachten, da ja sonst eine Anhäufung in den obersten Pflanzentheilen unmöglich hätte erfolgen können. Das Gleiche gilt für Kalk und Magnesia in der vierten Periode.

Hiernach möchte es erlaubt sein, das „Wahlvermögen" der Pflanzen als die Fähigkeit zu definiren, die zur Bildung ihrer nähern Bestandtheile an den Vegetationspunkten verwendete Nahrung zufolge einer an diesen Punkten eingeleiteten, bald den einen, bald den andern Nahrungsstoff betreffenden und durch das ganze Gewächs sich verbreitenden Endosmose partiell durch Zufuhr aus dem Boden wieder zu ersetzen. Die „Wahl" erfolgt daher primär nicht an den Endpunkten der Wurzel, sondern überall da, wo neue Pflanzentheile erzeugt werden. Allerdings wirkt jene, insofern sie selbst weiter wächst, hier ebenfalls bedingend ein. Was dagegen die durch v. Liebig neuerdings hervorgehobene Thätigkeit der Wurzeln bei der Nahrungsaufnahme betrifft, so ist dieselbe anderer Natur und vermittelt nur den Uebergang gewisser Nahrungsstoffe in die Pflanze. Sie kommt daher bei der „Wahl" nur insofern in Betracht, als ohne sie die Aufnahme der eigentlichen Pflanzennahrung kaum erfolgen könnte. (Vgl. weiter hinten unter II, 4.)

Dass nun ausser diesen hier betrachteten chemischen Ursachen innerhalb der Pflanze noch mancherlei andere Vorgänge rein physikalischer Natur innerhalb und ausserhalb des Gewächses existiren können, welche die Nahrungsaufnahme zu bewirken und zu modificiren im Stande sind, ist von selbst klar. Doch stehen letztere mit der Lebensthätigkeit der Pflanze in keinem Causalzusammenhange und müssen daher bei einer Begriffsbestimmung des Wortes Wahlvermögen übergangen werden.

II. Die Vertheilung und Wanderung der aufgenommenen Nahrungsmittel durch die Pflanze.

Schon der unter A besprochene Umstand, dass die procentische Zusammensetzung der Pflanze in ihren einzelnen Theilen eine sehr wechselnde ist, deutet darauf hin, dass die Vertheilung der den Pflanzenkörper constituirenden Verbindungen sowie der im Safte gelösten Körper in jedem Theile der Pflanze eine andere ist. Etwas Bestimmtes liess sich an jenem Orte, wegen des gänzlich relativen Charakters der dort angeführten Zahlen, nicht sagen; die nachfolgenden Betrachtungen, bei denen wir es nur mit absoluten Mengen zu thun haben, sind der Erörterung dieses Gegenstandes gewidmet.

Solange die dem Boden und der Atmosphäre entnommenen chemischen Verbindungen, welche zur Ernährung der Pflanze dienen, sich innerhalb derselben im gelösten Zustande befinden und noch nicht in Theile des festen Organismus übergegangen sind, ist eine Wanderung der gelösten Körper aus einem Organe in das andere möglich. Ebenso können alle diejenigen Verbindungen, welche, nachdem sie bereits in den Zellen zur Ablagerung gelangt waren, später durch chemische Processe abermals in den löslichen Zustand versetzt zu werden vermögen, an der Wanderung von neuem theilnehmen. Die quantitative Analyse bietet uns die Mittel dar, diese Vorgänge zur Kenntniss zu bringen, natürlich nur in Bezug auf diejenigen Körper, bei denen eine quantitative Bestimmung mit genügender Schärfe ausführbar ist, was fast nur von den Mineralbestandtheilen gesagt werden kann.

Die auf den Tabellen 2, 4, 6 bis 22 verzeichneten, durch Rechnung gefundenen Zahlen beziehen sich auf eine gleiche Anzahl ganzer Haferpflanzen, stellen also die Zusammensetzung der den untersuchten Individuen entsprechenden Durchschnittspflanze dar. Wir dehnen die Erörterung der angedeuteten Vorgänge auf folgende Bestandtheile aus:

I. Kieselsäure.

1000 Pflanzen enthalten Gramm:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,209	0,223	0,315	0,312	0,285
Mittlere Stengel	—	0,195	0,721	1,003	1,210
Obere Stengel	—	0,281	1,037	2,250	2,891
Untere Blätter	4,621	6,305	6,837	7,198	6,890
Obere Blätter	1,556	4,383	7,184	14,140	16,112
Aehrchen	—	4,433	9,352	9,753	8,934
	6,39	15,82	25,45	34,66	36,32.

Daher nehmen 1000 Pflanzen auf:

Untere Stengel	0,209	0,014	0,092	— 0,003	— 0,027
Mittlere Stengel	—	0,195	0,526	0,282	0,207
Obere Stengel	—	0,281	0,746	1,213	0,641
Untere Blätter	4,621	1,684	0,532	0,361	— 0,308
Obere Blätter	1,556	2,827	2,801	6,956	1,972
Aehrchen	—	4,433	4,919	0,401	— 0,819
	6,39	9,43	9,63	9,21	1,66.

Wenn man das Maximum der assimilirten Kieselsäure in den einzelnen Organen = 100 setzt, so enthalten davon in runden Zahlen:

	Untere Stengel.	Mittlere Stengel.	Obere Stengel.	Untere Blätter.	Obere Blätter.	Aehrchen.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
I.	67	—	—	64	10	—
II.	71	16	10	88	27	46
III.	100	60	33	95	45	96
IV.	(100)	83	72	100	88	100
V.	(100)	100	100	(100)	100	(91)

und setzt man endlich die Gesammtmenge der innerhalb jeder

Periode von der Pflanze aufgenommenen Kieselsäure = 100, so ergibt sich:

	I. p. C.	II. p. C.	III. p. C.	IV. p. C.	V. p. C.
Untere Stengel	3	0,2	1	0	0
Mittlere Stengel	—	2	5	3	10
Obere Stengel	—	3	8	13	32
Untere Blätter	72	18	6	4	(0)
Obere Blätter	25	30	29	76	98
Aehrchen	—	47	51	4	(— 40)
	100	100	100	100	100.

Hieraus folgt, dass die grösste Menge der aufgenommenen Kieselsäure sich stets nach den obern Pflanzentheilen zieht. Während die untern Stengel von der Periode des Schossens an fast nichts von dieser Substanz mehr assimiliren, geschieht dies in mittlern und obern Stengeln ununterbrochen bis zur Reife hin und zwar in diesen, obwol sie an Masse jene nicht übertreffen, in bedeutend erhöhtem Masse. Ebenso bei den Blättern. Zugleich zeigt sich, dass das Maximum der Kieselsäureaufnahme für obere Stengel und Blätter in die vierte Periode, für mittlere Stengel in die dritte, für untere Stengel und Blätter sogar in die erste Periode fällt. Bei den Aehrchen findet nach der Blüte eine auffallende Abnahme in der Kieselsäureassimilation statt: in der zweiten und dritten Periode ging circa die Hälfte der Gesammtmenge der aufgenommenen Kieselsäure allein in diese Organe über, später sinkt dies Verhältniss auf $^1/_{23}$ herab.

Ferner zeigen sich bei untern Stengeln, untern Blättern und Aehrchen einige Abnahmen gegen die Reife hin. Ich glaube behaupten zu dürfen, dass nur bei den letztern diese Abnahme eine wirkliche sei und als ein wahrer Vegetationsvorgang angesehen werden müsse: bei Blättern (und Stengeln) halte ich die Verminderung des absoluten Kieselsäuregehalts für eine Folge der zerstörenden atmosphärischen Einflüsse. Die untern Blätter sind in der vierten Periode zum grössten Theile abge-

storben und lassen sehr deutlich eine geringe Veränderung der Oberfläche erkennen, und da namentlich an dieser die Kieselsäure zur Ablagerung kommt, so ist der obige Verlust sehr erklärlich. Bei den untern Stengelgliedern ist die Abnahme zu unbedeutend, als dass man sie als solche ansprechen dürfte; man ist vielmehr nur veranlasst anzunehmen, dass in diesem Pflanzentheil nach der Blüte keine bemerkbaren Mengen von Kieselsäure mehr zur Ablagerung kommen. In den Aehrchen dagegen hat ohne Zweifel eine wirkliche Abnahme stattgefunden; wahrscheinlich steht dieselbe im Zusammenhang mit den Vorgängen bei der Fruchtreife; ich wage indess keine Vermuthung auszusprechen, welches dieser Zusammenhang sei, zumal da dieses Factum viel zu vereinzelt dasteht, als dass man ohne weiteres auf eine Nothwendigkeit seines Eintritts schliessen dürfte. Die ausgeschiedene Kieselsäure beträgt etwa 8,5 p.C. von der vorher in den Aehrchen vorhandenen Menge, sie muss nothwendig noch in löslicher Form darin enthalten gewesen sein und hat sich wahrscheinlich in den obern Stengeltheilen abgelagert. Da man indess nicht mit Gewissheit sagen kann, welchem Organe (oder welchen Organen) diese Uebertragung zugute gekommen ist, so wurde solches bei der Berechnung der fünften Columne der letzten Tabelle (voriger Seite) unerledigt gelassen und die Subtraction der aus den Aehrchen ausgeschiedenen 40 p. C. (von der aufgenommenen Menge) nur angedeutet.

Betrachtet man die Abnahme in untern Stengeln und Blättern nicht als ein Uebergehen in andere Pflanzentheile, so würde sich dadurch die Menge der in der fünften Periode wirklich aufgenommenen Kieselsäure entsprechend erhöhen und man hätte dann anstatt 1,66 Gramm

2,00 Gramm

zu setzen, wonach die betreffenden Zahlen auf S. 126 und 127 zu corrigiren sein würden. Auch ist dies bei der Berechnung der beiden letzten kleinen Tabellen in Rücksicht gezogen.

2. Kalk.

1000 Pflanzen enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,167	0,202	0,206	0,238	0,260
Mittlere Stengel	—	0,416	0,558	0,662	0,690
Obere Stengel	—	0,311	0,709	1,309	1,228
Untere Blätter	2,955	2,678	3,756	3,756 [1])	3,756 [1])
Obere Blätter	1,354	3,485	4,112	5,852	6,617
Aehrchen	—	1,402	2,254	2,769	2,522
	4,48	8,50	11,60	14,58	15,08

Daher nehmen 1000 Pflanzen auf:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,167	0,035	0,004	0,032	0,022
Mittlere Stengel	—	0,416	0,142	0,104	0,028
Obere Stengel	—	0,311	0,398	0,600	— 0,071
Untere Blätter	2,955	— 0,277	1,078	0	0
Obere Blätter	1,354	2,131	0,627	1,740	0,765
Aehrchen	—	1,402	0,842	0,505	— 0,247
	4,48	4,02	3,10	2,98	0,50

Setzt man wieder (wie oben) das Maximum des assimilirten Kalkes in jedem Organ = 100, so enthalten:

	I. p. C.	II. p. C.	III. p. C.	IV. p. C.	V. p. C.
Untere Stengel	64	78	79	92	100
Mittlere Stengel	—	60	81	96	100
Obere Stengel	—	24	54	100	94
Untere Blätter	79	71	100	100	100
Obere Blätter	20	53	62	87	100
Aehrchen	—	51	81	100	91

[1]) In Tabelle 8 findet sich statt dieser beiden Zahlen: 3,664 und 3,390. Dies würde sonach auf eine Kalkausscheidung deuten. Aus den bereits bei Kieselsäure angeführten Gründen halte ich es aber für richtiger, dies nur als einen mechanischen Verlust zu betrachten; deshalb ist hier der volle Gehalt angenommen.

und die procentische Zunahme beträgt daher:

	I.	II.	III.	IV.	V.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
Untere Stengel	64	14	1	13	8
Mittlere Stengel	—	60	21	15	4
Obere Stengel	—	24	30	46	— 6
Untere Blätter	79	— 8	29	0	0
Obere Blätter	20	33	9	25	13
Aehrchen	—	51	30	19	— 9

und endlich die Gesammtmenge des dem Boden in jeder Periode entzogenen Kalkes = 100 gesetzt, so nehmen die einzelnen Pflanzentheile an Kalk zu:

	I.	II.	III.	IV.	V.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
Untere Stengel	4	0,9	0,1	1	4
Mittlere Stengel	—	10	5	4	5
Obere Stengel	—	8	13	20	— 14
Untere Blätter	60	— 7	35	0	0
Obere Blätter	30	53	20	58	153
Aehrchen	—	35	27	17	— 48
	100	100	100	100	100

Kalk wird also nur von den untern und mittlern Stengelgliedern und den obern Blättern bis zum Ende der Vegetation assimilirt, die Aufnahme ist aber bei den beiden erstern zuletzt so unbedeutend, dass sie die Grenzen der Beobachtungsfehler kaum überschreiten möchte. In die mittlern und namentlich untern Stengelglieder geht stets nur ein kleiner Theil von der ganzen Menge des aufgenommenen Kalkes über; derselbe beträgt anfangs mehr als späterhin, sodass diese Pflanzentheile, nachdem sie einmal ihre volle Ausdehnung erlangt, auch den grössern Theil des Kalkes bereits assimilirt haben. Die obern Stengelglieder hingegen sind im allgemeinen kalkreicher, der absolute Gehalt nimmt in gesteigertem Masse bis zur vierten Periode zu, sodass hier die Aufnahme den

fünften Theil von der Gesammtaufnahme beträgt: später bemerkt man eine Abnahme, die mit der gleichzeitig beobachteten Abnahme in den Aehrchen im Zusammenhange stehen mag. In viel höherem Masse als bei den Stengeln erfolgt die Kalkassimilation bei den Blättern und zwar bei den obern während des ganzen Wachsthums, bei den untern jedoch nur bis etwa zur Blütezeit. Jene nehmen, mit Ausnahme der ersten und dritten Periode, über die Hälfte der aufgenommenen Gesammtmenge des Kalkes in Empfang, diese zu Anfang $^3/_5$, zur Blütezeit etwa $^1/_3$. Hier zeigt sich in der zweiten Periode eine deutliche Verminderung (die einzige in den ersten vier Perioden beobachtete), die nicht auffallen kann, da in dieser Periode ein äusserst lebhaftes Wachsthum in den obern Theilen der Pflanze stattfindet und sonach eine Strömung des Saftes wesentlich nach dieser Richtung erfolgen muss. Der kalkreichere Saft der untern jungen Blätter hat einen Theil dieser Substanz an die obern Organe abgegeben, und dieser Verlust wurde erst später, als während der Blütezeit eine weniger grosse Production von Pflanzenmasse erfolgte, aus der neuen Kalkzufuhr wiederum ersetzt. Nach der dritten Periode ist indess keine Zunahme an Kalk bei den untern Blättern mehr zu bemerken; die nun aufgenommenen geringern Quantitäten gehen fast sämmtlich in die obern Pflanzentheile, namentlich obern Blätter, welche Organe zuletzt noch ausschliesslich bedeutende Mengen in sich aufnehmen, während gleichzeitig obere Stengel und Aehrchen davon abgeben. Bei letztern vermindert sich die Kalkaufnahme, welche in der zweiten Periode über $^1/_3$ der Gesammtaufnahme betrug, continuirlich. Die Ausscheidung von 9 p. C. des bis zur vierten Periode von den Aehrchen assimilirten Kalkes ist hier, wie bei der Kieselsäure, als ein mit der Fruchtreife in nothwendigem Zusammenhange stehender Process zu betrachten (worüber Näheres bei Magnesia), und hier kann es kaum zweifelhaft sein, dass dieser ausgeschiedene Kalk sämmtlich nach den obern Blättern übergegangen ist, da ja kein anderes Organ eine auffallende Vermehrung des Kalkgehalts mehr zeigt.

3. Magnesia.

1000 Pflanzen enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,167	0,128	0,105	0,157	0,151
Mittlere Stengel	—	0,246	0,506	0,517	0,468
Obere Stengel	—	0,274	0,437	0,654	0,554
Untere Blätter	0,564	0,473	0,401	0,551	0,749
Obere Blätter	0,799	0,690	0,710	1,230	1,537
Aehrchen	—	0,895	1,550	2,309	2,992
	1,53	2,70	3,71	5,42	6,45

Daher nehmen 1000 Pflanzen auf:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,167	— 0,039	— 0,023	0,052	— 0,006
Mittlere Stengel	—	0,246	0,260	0,011	— 0,049
Obere Stengel	—	0,274	0,163	0,217	— 0,100
Untere Blätter	0,564	— 0,091	— 0,072	0,150	0,198
Obere Blätter	0,799	— 0,109	0,020	0,520	0,307
Aehrchen	—	0,895	0,655	0,759	0,683
	1,53	1,17	1,01	1,71	1,03

Die Gesammtmenge der in jeder Periode aufgenommenen Magnesia = 100 gesetzt, ergibt:

	I. p. C.	II. p. C.	III. p. C.	IV. p. C.	V. p. C.
Untere Stengel	11	— 3	— 2	3	— 0,6
Mittlere Stengel	—	21	26	1	— 5
Obere Stengel	—	24	16	13	— 10
Untere Blätter	36	— 9	— 7	9	19
Obere Blätter	53	— 9	2	30	30
Aehrchen	—	76	65	44	66.

Die durch diese Zahlen ausgedrückten Vorgänge erscheinen etwas complicirter Natur und ihre Deutung möchte Schwierig-

keiten bieten. Versuchen wir zunächst sie in Worte zu kleiden: Im Anfang ist die Magnesia in den Blättern vorwaltend; von der in der zweiten und dritten Periode neu aufgenommenen Menge dieser Substanz geht aber in dieser Zeit gar nichts in die Blätter über, ja dieselben verlieren sogar merkbare Mengen: der kleinere Theil der Zufuhr bleibt im Stengel, der grössere geht in die Aehrchen; in der vierten Periode beginnen die Blätter von neuem Magnesia aufzunehmen, und zwar in grösserm Masse als die Stengel; in der fünften endlich hat sich das Verhältniss umgekehrt: die Stengel geben Magnesia ab, die Blätter nehmen davon auf. In die Aehrchen geht von der Magnesiazufuhr während des ganzen Wachsthums mehr über als in irgendeinen andern Pflanzentheil. Dass die Körner zu ihrer Ausbildung und Reife grösserer Mengen Magnesia bedürfen mögen, darauf ist bereits oben mehrfach hingewiesen: der Umstand aber, dass schon in den Blüten eine beträchtliche Ansammlung dieser Substanz stattfindet, tritt hier zum ersten male deutlich hervor. Der Zug nach oben ist so beträchtlich, dass die Blätter den sechsten bis achten Theil der bereits aufgenommenen Magnesia in der zweiten und dritten Periode wieder verlieren. Die Pflanze entwickelte um diese Zeit ein so reges Wachsthum, dass die geringe Zufuhr von Magnesia nicht ausreichte, um alle Bedürfnisse zu decken, daher gaben die fertig gebildeten Organe einen Theil davon ab. Die Stengel, durch welche der Transport nach oben stattfand, wurden dadurch magnesiareicher, sie enthalten in der dritten Periode fast soviel von dieser Substanz als die Blätter. Durch diese ungezwungenen Annahmen liessen sich die zuletzt besprochenen Vorgänge leicht erklären; wir setzen, gemäss den früher ausgesprochenen Ansichten, in irgendeinem Pflanzentheile ein überwiegendes Bedürfniss nach einer gewissen Substanz voraus, infolge dessen diese „verbraucht", d. h. dem Pflanzensafte entzogen und dadurch wiederum eine vermehrte Aufnahme oder, wenn diese unmöglich ist, ein Zuzug der betreffenden Substanz von fremden Organen her bewirkt wird. Das Bedürfniss scheint

im vorliegenden Falle in den Aehrchen zu existiren. Freilich begreift man noch durchaus nicht, in welcher Weise die Magnesia dort wol für den Vegetationsprocess von Bedeutung sein könnte; indessen steht doch das fest, dass in den Aehrchen von ihrem ersten Erscheinen an ein lebhafter Bildungsvorgang stattfindet, und es ist damit wenigstens die Möglichkeit einer Magnesiaassimilation gegeben. Nicht so leicht aber ist die vermehrte Magnesiaaufnahme in den Blättern während der (vierten und) fünften Periode erklärt. Während die Stengel zuletzt von dieser Substanz abgeben, nehmen die Blätter bis zu Ende gar nicht unbeträchtliche Mengen davon auf. Diese Zunahme beträgt bei den untern Blättern in der vierten Periode etwa $^5/_7$, in der fünften immer noch $^5/_{11}$ von der bei den Aehrchen stattfindenden. Welche Vorgänge sollten nun wol hier eine vermehrte Aufnahme bedingt haben? Ist die Erscheinung blos als eine Ausgleichung des früher erlittenen Verlustes aufzufassen, oder hat die Pflanze infolge grösserer Verdunstung und vorgängiger weiterer Wurzelausbreitung grössere Mengen von Magnesia aufgenommen, als zu den vitalen Vorgängen bei der Körnerreife erforderlich waren, sodass der Ueberschuss einfach in die Blätter, die Verdunstungsorgane, übergehen musste? Ein bestimmtes Urtheil hierüber lässt sich nicht fällen; möglich, dass beide Umstände wirksam gewesen sind, und dass Nahrungsaufnahme und Uebergang in die einzelnen Organe unter Umständen alternirend als Ursache und Wirkung auftreten können. Sehen wir indessen von diesen scheinbar auffallenden Thatsachen ab, so ergibt sich doch klar, dass die Magnesia gegenüber den andern Basen beim Wachsthum der Haferpflanze (vielleicht sämmtlicher Cerealien oder überhaupt der meisten Gewächse) eine eigenthümliche Rolle zu spielen berufen ist. Die Zahlen, welche ihre Aufnahme und Wanderung andeuten, weichen von den auf Kalk und Kali bezüglichen zu auffallend ab, als dass man berechtigt wäre, auf eine Analogie der Functionen dieser Körper zu schliessen. Vielleicht werden wir durch umfassendere Aschenanalysen nament-

lich von reifenden Körnern der Wahrheit etwas näher kommen; für jetzt möchte jede weitere Conjectur verfrüht sein.

4. Kali.

1000 Pflanzen enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	1,650	1,909	3,598	5,215	5,497
Mittlere Stengel	—	3,246	7,301	8,555	8,884
Obere Stengel	—	2,893	6,518	7,280	7,920
Untere Blätter	8,487	8,819	8,467	7,750	7,444
Obere Blätter	6,917	8,968	8,515	10,075	9,548
Aehrchen	—	5,271	5,803	5,459	4,467
	17,05	31,11	40,20	44,34	43,76

Daher nehmen 1000 Pflanzen auf:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	1,650	0,259	1,689	1,617	0,282
Mittlere Stengel	—	3,246	4,055	1,244	0,239
Obere Stengel	—	2,893	3,625	0,762	0,640
Untere Blätter	8,487	0,332	— 0,352	— 0,717	— 0,306
Obere Blätter	6,917	2,051	— 0,454	1,560	— 0,527
Aehrchen	—	5,271	0,532	— 0,344	— 0,992
	17,05	14,05	9,09	4,14	— 0,68

Vom Maximum (= 100) des aufgenommenen Kalis enthalten:

	I. p. C.	II. p. C.	III. p. C.	IV. p. C.	V. p. C.
Untere Stengel	30	35	66	95	100
Mittlere Stengel	—	37	82	96	100
Obere Stengel	—	37	82	92	100
Untere Blätter	96	100	96	88	85
Obere Blätter	69	90	85	100	95
Aehrchen	—	91	100	94	77.

Folglich betragen die Zunahmen:

	I.	II.	III.	IV.	V.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
Untere Stengel	30	5	31	29	5
Mittlere Stengel	—	37	45	14	4
Obere Stengel	—	37	45	10	8
Untere Blätter	96	4	— 4	— 8	— 3
Obere Blätter	69	21	— 5	15	— 5
Aehrchen	—	91	9	— 6	— 17.

Von der Gesammtmenge (= 100) des aufgenommenen Kalis geht über in:

	I.	II.	III.	IV.
	p. C.	p. C.	p. C.	p. C.
Untere Stengel	9	2	19	37
Mittlere Stengel	—	23	44	31
Obere Stengel	—	21	40	19
Untere Blätter	49	2	— 4	— 17
Obere Blätter	42	14	— 5	38
Aehrchen	—	38	6	— 8.

Auch hier ist zwischen Stengeln und Blättern ein charakteristischer Unterschied bemerkbar. In jenen steigt der Kaligehalt successiv bis zur Reife, die grösste Zunahme erfolgt zur Blütezeit; mittlere und obere Stengelglieder verhalten sich bezüglich der relativen Zunahme an Kali fast ganz gleich, in den untern zeigt sich eine kleine Abweichung, doch auch hier erreicht die Zunahme in der dritten Periode ihr Maximum und nimmt bis zur Reife anfangs langsamer, dann schnell ab. Die Blätter hingegen nehmen den grössten Theil ihres Kaligehalts in der ersten Zeit des Wachsthums auf, die untern enthalten die grösste Menge schon in der zweiten Periode, die obern nehmen (die geringe Verminderung des Kaligehalts während der Blüte abgerechnet) bis zur vierten Periode noch langsam zu. Zuletzt zeigt sich bei beiden eine Abnahme; dieselbe ist aber bei den untern Blättern wenigstens zum Theil äussern Einflüssen zuzuschreiben, sodass sich, wenn man diesen Umstand in Rücksicht zieht, dadurch die beobachtete Abnahme (von 0,68 Gramm)

im Gesammtkaligehalte der ganzen Pflanze compensiren möchte. Bei den obern lässt sich ein solcher Verlust kaum annehmen, und wir müssen die schliessliche Verminderung wol gänzlich als einen Uebergang in andere Pflanzentheile ansehen. Ebenso ist der Vorgang bei den Aehrchen zu deuten. Dieselben haben schon zur Blütezeit das Maximum von Kali aufgenommen, später sinkt der Gehalt und zwar bei der Reife sogar unter den der zweiten Periode. Hier hat also eine Wanderung rückwärts in den Stengel stattgefunden; die Aehrchen hatten in frühern Stadien ihrer Entwickelung bereits mehr Kali aufgenommen, als später zur Fruchtbildung erforderlich war, daher sehen wir einen Austausch nach unten erfolgen. Fragen wir danach, in welcher Form und durch welche Veranlassung das Kali in die Pflanze übergeht und sich über die einzelnen Organe vertheilt, so ist auch hier eine bestimmte Antwort nicht möglich.

Die grosse Löslichkeit der Kalisalze in Verbindung mit der kalibindenden Kraft der Ackerkrume scheinen für den ersten Augenblick der Erklärung des Umstandes im Wege zu stehen, dass überhaupt eine fortdauernde Kaliaufnahme stattfindet. Denn versuchen wir, den Concentrationsgrad des Pflanzensaftes für Kali in den einzelnen Wachsthumsperioden zu bestimmen [1]),

[1]) Nimmt man den Wassergehalt der Pflanze in der

ersten Periode = 85 p. C.
zweiten „ = 78 „
dritten „ = 70 „
vierten „ = 60 „

an, was wol der Wahrheit ziemlich nahe kommen wird, so kämen auf 1000 Pflanzen in runden Zahlen in der

ersten Periode = 2,600 Gramm Wasser
zweiten „ = 4,900 „ „
dritten „ = 4,300 „ „
vierten „ = 3,500 „ „

und hiernach müsste der Pflanzensaft enthalten zu Ende der

ersten Periode 0,6 p. C. Kali.
zweiten „ 0,6 „ „
dritten „ 0,9 „ „
vierten „ 1,3 „ „

so ergibt sich, dass derselbe gleich von Anfang an grösser ist, als der der Bodenflüssigkeit überhaupt sein kann; da nun von einer Ausscheidung der Kalisalze innerhalb der Pflanze und sonach von einem „Verbrauche“ in ähnlichem Sinne, wie solcher bei Kalk, Magnesia, Kieselsäure denkbar ist, beim Hafer wenigstens nur in untergeordnetem Masse die Rede sein kann, so scheinen diese Umstände viel eher einer Exosmose als einer Endosmose günstig zu sein. Analoge Verhältnisse finden wahrscheinlich bei vielen andern Gewächsen statt. Halten wir aber hiermit die Thatsache zusammen, auf welche v. Liebig in seinen neuesten Untersuchungen hingewiesen hat: dass die Aufnahme der wichtigsten Pflanzennahrungsmittel (Phosphorsäure, Kali) hauptsächlich infolge einer Thätigkeit der Wurzeln selbst eintritt, so begreift man die Möglichkeit der fortdauernden Kaliaufnahme trotz der steigenden Concentration des Pflanzensaftes leicht, da ja an den Punkten, wo die Wurzeln zersetzend auf den Boden einwirken und das Kali für den Uebergang in die Pflanze frei machen, sich recht wohl eine concentrirtere Lösung dieses Körpers bilden kann, als sie in den einzelnen Pflanzentheilen existirt. Dass gegen das Ende des Wachsthums die Kaliaufnahme abnimmt und endlich ganz aufhört, findet ebenfalls in dem Gesagten eine einfache Erklärung. Wird es nun hierdurch wahrscheinlich, dass der Uebergang des Kalis vom Boden in die Wurzeln und von da aus weiter in die obern Theile des Gewächses zum grossen Theil nur eine Folge der von aussen her an den Wurzelschwämmchen eingeleiteten Endosmose sein mag, so kann es doch andererseits kaum zweifelhaft sein, dass auch hier in ähnlicher Weise, wie schon weiter oben angedeutet ist, von innen heraus eine bedingende Ursache für die Modificationen in der Aufnahme bestehe. Denn da das Kali in den einzelnen Theilen des Gewächses zu verschiedenen Zeiten sicherlich an verschiedene (organische) Säuren gebunden ist, so müssen infolge der verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse dieser Salze Ungleichheiten in relativem Concentrationsgrade des Saftes her-

vorgerufen werden, welche nicht ohne Einfluss auf die endosmotischen Vorgänge zwischen den Zellen bleiben können.

5. Schwefel.

Der in der organischen Substanz der Pflanze enthaltene Schwefel ist nicht überall bestimmt worden, weswegen ich auch von einer tabellarischen Zusammenstellung der gewonnenen Zahlen absehen musste. Man findet die Resultate oben unter den analytischen Belegen aufgeführt. Ich hebe hier nur hervor, dass in den meisten Fällen der Gehalt an Schwefel etwa ein Procent der Proteinverbindungen beträgt; mehreremal jedoch zeigt sich auch ein höherer Gehalt, wie die obigen Angaben ausweisen.

Die Schwefelsäure hingegen wurde überall bestimmt; es enthalten davon 1000 Pflanzen:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,143	0,072	0	0	0
Mittlere Stengel	—	0,048	0,127	0,150	0,168
Obere Stengel	—	Spur	0,116	1,131	0,167
Untere Blätter	0,430	1,052	1,005	0,609	0,662
Obere Blätter	0,487	1,091	1,433	2,459	2,899
Aehrchen	—	0,447	Spur	0,482	1,448
	1,06	2,71	2,68	4,83	5,34

Daher nehmen 1000 Pflanzen auf:

Untere Stengel	0,143	— 0,071	— 0,072	0	0
Mittlere Stengel	—	0,048	0,079	0,023	0,018
Obere Stengel	—	Spur	0,116	1,015	— 0,964
Untere Blätter	0,430	0,622	0,047	— 0,396	0,067
Obere Blätter	0,487	0,604	0,342	1,026	0,440
Aehrchen	—	0,447	— 0,447	0,482	0,966
	1,06	1,65	0	2,12	0,41

Auffallend ist hier zunächst das gänzliche Verschwinden der Schwefelsäure aus den untern Stengeltheilen. Nur in der

ersten Periode waren bestimmbare Mengen vorhanden; späterhin, besonders von der Blütezeit an, konnte keine Spur mehr davon nachgewiesen werden. Der mittlere Stengeltheil enthält geringe Quantitäten Schwefelsäure und nimmt bis zur Reife unbedeutend daran zu; dagegen zeigt sich im obern Theile das Gegentheil von dem bei dem untern beobachteten Vorgange. In der zweiten Periode war eben nur eine Spur zu entdecken, während und nach der Blüte aber findet eine beträchtliche Zunahme und endlich wieder eine Verminderung statt. Im allgemeinen aber ist der Halm entschieden schwefelsäureärmer als die Blätter. Bei der Analyse dieser letztern trat auf Zusatz des Reagens immer sofort eine starke Fällung ein, während dieselbe bei den Stengeln, wenn sie überhaupt kam, gewöhnlich erst nach tagelangem Stehen erfolgte. In den untern Blättern beobachtet man gegen die Reife hin eine Abnahme, bei den obern dagegen findet bis zuletzt eine deutliche Zunahme statt. In den Aehrchen verschwindet eigenthümlicherweise während der Blütezeit die Schwefelsäure völlig, stellt sich aber bei der Körnerreife wieder ein.

Es möchte gewagt sein, auf Grund dieser Zahlen specielle Schlussfolgerungen bauen zu wollen. Einmal stehen dieselben bisjetzt völlig vereinzelt da und dann sind die Mengen, um die es sich hier handelt, in der That so klein, dass man leicht zu argen Fehlschlüssen geführt werden könnte, wollte man den Zahlen in aller Schärfe trauen. Die Differenzen liegen zum grössern Theil ganz innerhalb der Fehlergrenzen der Analyse. Dagegen sind einige Thatsachen wol deutlich genug ausgesprochen, um als brauchbares Material angesehen werden zu können, und auf diese will ich mich hier beschränken.

Dass die untern Stengelglieder von der dritten Periode ab völlig frei sind von Schwefelsäure, während in den obern Pflanzentheilen diese Substanz fortwährend zunimmt, lässt kaum eine andere Annahme zu, als dass der Schwefel mindestens in der letzten Hälfte des Wachsthums nicht in Form von Schwefelsäure in die grünen Theile des Gewächses übergeht; denn wenn

auch der Durchgang noch so spärlich erfolgt wäre, so müsste doch zur Zeit der Ernten immerhin eine entsprechende geringe Menge im untern Theil des Halms wenigstens qualitativ nachzuweisen gewesen sein. Hiernach müsste in der Wurzel oder schon ausserhalb derselben in deren nächster Umgebung eine Reduction der Schwefelsäure stattgefunden haben und der Schwefel in organischer Verbindung (oder als lösliches Schwefelmetall?) durch den Halm in die Blätter gelangt sein. Hier nun kann denkbarerweise durch den fortwährend ausgeschiedenen activen Sauerstoff eine partielle Oxydation dieser schwefelhaltigen (Protein-?) Verbindungen vor sich gehen und so durch einen secundären Process die Schwefelsäure regenerirt werden. Von da aus ist wiederum eine Wanderung und weitere Verwendung dieser Substanz möglich; eine solche Wanderung ist durch die Zunahme der Schwefelsäure in den obern Stengeln zur Zeit der Blüte und beginnenden Reife und später in den Früchten angedeutet. Mir scheint dieser Versuch zur Erklärung der beobachteten Vorgänge mit den Lehren der Chemie und Pflanzenphysiologie nicht im Widerspruch zu stehen: bei alledem will ich die ausgesprochene Ansicht nur als Vermuthung hinstellen. Es werden uns vielleicht später mehr und umfassendere Angaben zu Gebote stehen, die ein besseres Licht auf die Assimilation des Schwefels werfen können.

6. Phosphorsäure und Stickstoff.

1000 Pflanzen enthalten Phosphorsäure:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,471	0,202	0,213	0,204	0,193
Mittlere Stengel	—	0,393	1,137	0,460	0,185
Obere Stengel	—	0,660	1,734	0,316	0,394
Untere Blätter	1,048	0,698	0,689	0,509	0,351
Obere Blätter	1,748	1,672	1,181	0,740	0,589
Aehehren	—	2,362	5,362	10,672	12,518
	3,27	5,99	10,32	12,90	14,23

Daher nehmen 1000 Pflanzen auf:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	0,471	— 0,269	0,011	— 0,009	— 0,011
Mittlere Stengel	—	0,393	0,744	— 0,677	— 0,275
Obere Stengel	—	0,660	1,074	— 1,418	0,078
Untere Blätter	1,048	— 0,350	— 0,009	— 0,180	— 0,158
Obere Blätter	1,748	— 0,076	— 0,491	— 0,441	— 0,151
Aehrchen	—	2,362	3,000	5,310	1,846
	3,27	2,72	4,33	2,58	1,33

1000 Pflanzen enthalten Stickstoff:

Untere Stengel	1,754	0,982	1,234	1,241	1,166
Mittlere Stengel	—	2,677	2,337	3,008	2,842
Obere Stengel	—	1,154	2,892	3,556	3,438
Untere Blätter	6,725	5,257	4,788	3,404	2,856
Obere Blätter	6,600	6,752	7,830	7,079	6,383
Aehrchen	—	8,291	13,007	31,923	38,871
	15,08	25,11	32,09	50,21	55,76

Daher nehmen 1000 Pflanzen auf:

Untere Stengel	—1,754	— 0,772	0,252	0,007	— 0,075
Mittlere Stengel	—	2,677	— 0,340	0,661	— 0,156
Obere Stengel	—	1,154	1,738	0,664	— 0,118
Untere Blätter	6,725	— 1,468	— 0,469	— 1,384	— 0,548
Obere Blätter	6,600	0,152	1,078	— 0,751	— 0,696
Aehchren	—	8,291	4,706	18,916	6,948
	15,08	10,03	6,98	18,12	5,55

Die Zahlen, welche sich auf die Phosphorsäure beziehen, sprechen mit besonderer Deutlichkeit das Factum aus, dass schon vom Schossen an, hauptsächlich aber nach der Blüte eine Wanderung der Phosphorsäure aus den untern Pflanzentheilen nach der Rispe stattgefunden hat. Die mittlern und obern Stengelglieder, durch welche das Aufsteigen erfolgt, speichern noch bis zur Blütezeit selbst Phosphorsäure auf.

desto schneller findet aber unmittelbar nachher die Abnahme statt. So kommt es, dass Blätter und Stengel bei der Reife des Gewächses auffallend weniger Phosphorsäure enthalten, als in den ersten Zeiten des Wachsthums; in den Aehrchen dagegen erfolgt eine schnelle Zunahme der Phosphorsäure auf Kosten der übrigen Organe. Fragt man, auf welche Weise diese Säure nach dem Orte ihrer Bestimmung gelangt, so zeigt ein Vergleich mit den frühern Rechnungen, dass dies unmöglich in fester Verbindung mit einer (anorganischen) Base geschehen kann, oder dass zum mindesten die Base ausserhalb zurückgelassen werden muss. Wenn man nach Tabelle 12 die Aequivalente der in 1000 Pflanzen enthaltenen Aschenbestandtheile berechnet, so erhält man:

	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure . .	211 Aeq.	445 Aeq.	464 Aeq.	425 Aeq.
Schwefelsäure	11 „	0 „	12 „	36 „
Phosphorsäure	33 „	78 „	150 „	176 „
Chlor	21 „	34 „	44 „	37 „
Kalk.	50 „	80 „	99 „	90 „
Magnesia . . .	45 „	78 „	115 „	149 „
Natron	6 „	12 „	6 „	0 „
Kali	112 „	124 „	116 „	95 „

Addirt man einerseits Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor, und andererseits Kalk, Magnesia, Natron, Kali, so ergibt sich:

Säuren	65 Aeq.	112 Aeq.	206 Aeq.	249 Aeq.
Basen	213 „	294 „	336 „	334 „

Folglich verhalten sich:

Säuren : Basen = 1 : 3,3 = 1 : 2,6 = 1 : 1,6 = 1 : 1,3

und wenn man die Zunahmen berechnet:

Säuren	65	47	94	43
Basen	223	81	42	—2
Verhältniss	= 1 : 3,3	= 1 : 1,7	= 1 : 0,5	—

Die Kieselsäure ist hierbei ausser Betracht gelassen, da man nicht darüber entscheiden kann, ob und zu welchem Theile dieselbe sich mit den Basen in Verbindung befindet. Trotzdem zeigt sich in den Aehrchen mit grosser Deutlichkeit eine mit dem Alter zunehmende Tendenz zur Bildung saurer Verbindungen. Die mineralischen Basen nehmen in geringerem Verhältniss zu als die Säuren, nur die Magnesia vermehrt sich bis zur Reife. Die von einer Periode zur andern in die Aehrchen übergegangenen Basen reichen nur etwa in der dritten Periode noch hin, zweibasische Verbindungen mit den gleichzeitig aufgenommenen Säuren zu bilden; bei der beginnenden Reife ist nur noch die Einführung halbbasischer Verbindungen möglich und endlich sehen wir die Säure ohne jede Spur von Basen in die reifende Frucht einwandern. Offenbar müssen hierbei organische Verbindungen (basischer Natur) eine gewisse Rolle spielen, worüber sich aber zur Zeit noch nichts Gewisses aussprechen lässt. Bevor wir nicht zu Methoden gelangen, die nähern Bestandtheile der Pflanzen und zwar nicht nur die Hauptgruppen derselben, wie Stärke, Zucker, Gummi, Pectin u. s. w., sondern auch die in geringern Mengen vorkommenden Körper, wie organische Säuren und Basen u. s. w. mit aller Schärfe quantitativ zu bestimmen, sind über diesen Punkt nur Vermuthungen möglich.

Auch die Stickstoffverbindungen ziehen sich zum Theil nach oben, namentlich beobachtet man in der letzten Periode eine Stickstoffverbindung in sämmtlichen Theilen des Stengels und in den Blättern; die untern Blätter verlieren während der ganzen Dauer des Wachsthums fortwährend Proteinkörper, die obern besonders während der Reife; indessen beträgt das Quantum des auf diese Weise übertragenen Stickstoffs immer nur einen kleinen Theil der in den betreffenden Zeiten von der Pflanze assimilirten Menge. Die Stickstoffwanderung findet verhältnissmässig in viel geringerem Grade wie überhaupt in andern Proportionen statt, als die Wanderung der Phosphorsäure. Daraus geht hervor, dass das Verhältniss zwischen bei-

den Körpern in den einzelnen Pflanzentheilen ein wechselndes sein muss. Zur bessern Uebersicht sind hier diese Verhältnisse zusammengestellt.

Setzt man die Menge der Phosphorsäure überall = 1, so enthalten Stickstoff:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Untere Stengel	3,7	4,9	5,8	5,5	4,7
Mittlere Stengel	—	6,8	2	6,5	15,3
Obere Stengel	—	1,7	1,7	11,3	8,7
Untere Blätter	6,4	7,5	6,9	6,7	8,0
Obere Blätter	3,9	4	6,8	9,6	10,8
Aehrchen	—	3,5	1,2	3	3,1.

Schon weiter oben, als die Gesammtaufnahme der Phosphorsäure durch die Pflanze zur Besprechung kam (S. 128), zeigte sich bei diesem Vorgange eine scheinbare Anomalie in Bezug auf die von v. LIEBIG ausgesprochenen Gesetze der Abhängigkeit von Phosphorsäure und Stickstoff, welche sich indessen auf befriedigende Weise löste. Hier beobachten wir Aehnliches. Wie sich dort die Thatsache ergab, dass beide Körper von der Pflanze in keinem constanten Verhältnisse aufgenommen wurden, so findet sich hier, dass dieselben in den einzelnen Pflanzentheilen während der verschiedenen Altersstadien des Gewächses in keinem constanten Verhältnisse enthalten sind. Die Schwankungen sind so gross [1]), dass man von vornherein an jeglicher Beziehung der

[1]) Die beiden Zahlen in der fünften Columne, welche sich auf mittlere und obere Stengel beziehen, wurden controlirt. Da aber von dem zur Hauptuntersuchung verwendeten Material nichts mehr vorhanden war, so suchte ich aus einem noch übrig gebliebenen Theil der fünften Ernte entsprechende Exemplare aus, und verwendete sie zur Phosphorsäure- und Stickstoffbestimmung. Es war daher nicht auf völlig zusammentreffende Zahlen zu rechnen, indessen musste sich doch im ganzen eine Uebereinstimmung zeigen:

beiden Körper zueinander zweifeln möchte. Allein auch dieser Widerspruch ist nur ein scheinbarer. Denn der mehrfach erwähnte Satz, in aller Strenge aufgefasst, sagt nichts weiter aus, als dass zur Bildung einer gewissen Menge Proteinkörper ein bestimmtes Quantum Phosphorsäure nöthig sei. Und dies wird durch die eben mitgetheilten Zahlen keineswegs widerlegt, sondern im Gegentheile möchten dieselben dem Satze zur Stütze dienen.

W. Mayer hat vor einiger Zeit durch eine grosse Reihe von Analysen nachgewiesen, dass in den reifen Früchten der Cerealien und Leguminosen zwischen Phosphorsäure und Stickstoff ein annähernd constantes Verhältniss besteht, und dass dasselbe für:

Roggen	im	Mittel	= 1 : 2,21
Weizen	„	„	= 1 : 2,04
Gerste	„	„	= 1 : 1,93
Hafer	„	„	= 1 : 2,02

ist. Nun wissen wir, dass die Albuminate ausserhalb des Organismus durch verschiedenartige chemische Behandlung von einer bestimmten Menge Phosphorsäure (phosphorsaurer Salze) nicht zu trennen sind; indessen ist dieselbe relativ viel geringer, als in den Früchten selbst: sie beträgt etwa nur $^1/_{15}$—$^1/_{20}$ des Stickstoffgehalts. Dasselbe ergibt sich aus den soeben ausgeworfenen Verhältnisszahlen. Auch hier sehen wir in einzelnen Fällen die Phosphorsäure nur $^1/_9$, $^1/_{11}$, $^1/_{15}$ des Stickstoffgehalts betragen. Daraus folgt, dass zum Bestehen der Proteinkörper in oder ausserhalb des Organismus (wenn

---

Mittlere Stengel.

6,718 Gr. getr. geben 0,0255 $(U_2O_3)_2PO_5$ = 0,0051 PO_5 = 0,076 p. C. } Verhältniss
0,328 „ „ „ 0,0280 Pt. = 0,00398 N = 1,213 „ } = 1 : 16.

Obere Stengel.

3,487 Gr. getr. geben 0,033 $(U_2O_3)_2PO_5$ = 0,0066 PO_5 = 0,189 p. C. } Verhältniss
0,351 „ „ „ 0,0378 Pt. = 0,00537 N = 1,581 „ } = 1 : 8,1.

(Auch die später vollendeten und im Anhange mitgetheilten Analysen des wässerigen Pflanzenauszugs bestätigen die Richtigkeit dieser Verhältnisszahlen.)

überhaupt) nur kleine Mengen von Phosphorsäure erforderlich sind. Ebenso klar spricht es sich aber auch aus, dass zur Bildung derselben höchst wahrscheinlich beträchtlich grössere Mengen nöthig sind: denn einmal findet sich in den jungen Theilen, wo wir derselben gleich im ersten Stadium ihrer Entwickelung habhaft werden konnten, stets relativ mehr Phosphorsäure (untere Stengel, I. Periode: $\frac{1}{3,7}$; obere Stengel, II. Periode: $\frac{1}{1,7}$; obere Blätter, I. Periode: $\frac{1}{3,9}$), und dann sinkt in den Aehrchen selbst, wo bis zur Reife hin Proteinbildung stattfindet, das Verhältniss nicht unter $\frac{1}{3,5}$ und stellt sich gegen das Ende constant auf $\frac{1}{3}$.[1]) Ueberdies sehen wir nach diesen Pflanzentheilen die Phosphorsäure sich in erheblichen Mengen hinbegeben, was die Annahme noch wahrscheinlicher macht, da es für ein entschiedenes Bedürfniss spricht. Allerdings bemerken wir auch in ältern Organen, wo eine Proteinbildung kaum stattfinden kann (mittlere Stengel, III. Periode: $\frac{1}{2}$; obere Stengel, III. Periode: $\frac{1}{1,7}$), eine Zunahme des Verhältnisses gegen früher, doch dies ist lediglich Folge einer überwiegenden Einwanderung und temporären Anhäufung von Phosphorsäure auf ihrem Wege nach andern Organen oder eines partiellen Verschwindens löslicher Albuminate.

Das constante Verhältniss zwischen Phosphorsäure und Stickstoff in den reifen Samenkörnern ist lediglich eine Folge davon, dass mit der Reife die Vegetation beendigt ist und daher eine weitere Saftströmung nicht mehr stattfinden kann.

---

[1]) Dies Verhältniss ist kleiner als das von Mayer gefundene, was indess kaum auffallen kann, da es sich auf Körner und Spreu bezieht, während Mayer nur die Körner untersucht hat. Uebrigens hebe ich hier nochmals hervor, dass die Pflanzen, an denen die vorliegende Untersuchung ausgeführt ist, sämmtlich üppig entwickelt waren, welcher Umstand hier ebenfalls von modificirendem Einflusse sein kann.

Dass übrigens auch innerhalb der Körner selbst schon ein ähnliches Auseinandergehen der beiden Körper erfolgt ist, davon geben einige unter den von MAYER mitgetheilten Analysen Zeugniss. Nach ihm enthalten [1]):

	Phosphorsäure.	Stickstoff.
Grobe Weizenkleie Nr. 6 . . .	2,820 p. C.	4,32 p. C.
Weizenmehl Nr. 4	0,485 „	2,19 „
Suppengries aus Weizen Nr. G.	0,249 „	2,44 „
Superfeines Weizenmehl Nr. 0	0,200 „	2,01 „

und daher verhält sich Phosphorsäure zu Stickstoff:

in der Weizenkleie	= 1 :	1,53
im Weizenmehl	= 1 :	4,51
im Gries aus Weizen . . .	= 1 :	9,79
im superfeinen Weizenmehl	= 1 :	10,05.

Hiernach ist klar, dass in den der Samenschale zunächst gelegenen Zellen die Phosphorsäure in relativ grösserer Menge zu finden ist, als im Innern der Körner. Wenn man nun nicht annehmen will, dass diese Unterschiede nur durch die Natur der Proteinverbindungen bedingt sind (was doch bei so grossen Schwankungen mit Rücksicht auf die sonst so ähnliche chemische Natur dieser Körper kaum zulässig ist), so folgt daraus, dass im Samenkorne eine ganz ähnliche Wanderung der in Rede stehenden Körper von Zelle zu Zelle stattfindet, wie in den übrigen Theilen der Pflanze, und dass dabei bis zu einem gewissen Grade eine ähnliche gegenseitige Unabhängigkeit besteht, wie dort. Vielleicht mag hier die während der Reife ununterbrochen vor sich gehende Umwandelung löslicher Albuminate in unlösliche oder umgekehrt, einen Grund für diese Erscheinung abgeben, sodass die Phosphorsäure nicht nur für die Bildung, sondern auch für die Metamorphose dieser Stoffe ein nothwendiges Erforderniss sein würde.

[1]) A. a. O., S. 34 und 35.

Anhang.

Das aus den bisherigen Untersuchungen sich ergebende Factum der grossen Beweglichkeit gewisser Mineralsubstanzen in Blatt und Stengel der Halmfrucht liess es mir wünschenswerth erscheinen, etwas Näheres über die Löslichkeitsverhältnisse der anorganischen Verbindungen zu erfahren. Ich hoffte, auf diese Weise einigen Aufschluss darüber zu bekommen: 1) in welcher Verbindung einzelne Körper in der Pflanze enthalten seien; 2) ob die Körper, welche die grösste Wanderfähigkeit zeigten, an und für sich in löslicher Form sich fänden, oder erst infolge vitaler Vorgänge successive löslich gemacht würden; und endlich schien mir 3) dieser Weg der geeignetste, um etwaige Beziehungen, die zwischen den organischen und anorganischen Verbindungen des Pflanzenkörpers bestehen möchten, zu erkennen.

Zu meinem Bedauern konnten diese Untersuchungen nur an der reifen Pflanze ausgeführt werden. Ich hätte in der That gewünscht, auch von allen frühern Vegetationsperioden noch hinreichendes Material zur Fortsetzung der Arbeit zu besitzen, zumal da sich, wie man aus den nachfolgenden Mittheilungen ersehen wird, mehrere nicht uninteressante Resultate ergaben. Ich hatte den richtigern Weg erkannt, als es zu spät war, ihn zu betreten, und konnte daher nur noch ein Bruchstück liefern. Sollten mir andere auf diesem Unter-

suchungsgebiete nachzufolgen für geeignet halten, so erlaube ich mir ihre Aufmerksamkeit gerade auf diesen Theil der Arbeit zu lenken. Dann können die hier gewonnenen Erfahrungen vielleicht noch dazu dienen, manches, was ich selbst nur als Vermuthungen ausgesprochen habe, definitiv zu bestätigen oder auch — zu widerlegen.

Das Verfahren, dessen ich mich bediente und welches ich als höchst zweckmässig und leicht ausführbar erkannt habe, war folgendes:

Eine grössere Menge des nach der oben S. 17 fg. beschriebenen Weise vorbereiteten Materials wurde scharf getrocknet, unter thunlichster Vermeidung von Verlust im Mörser fein gepulvert und sorgfältig gemengt. Darauf wurden gleichzeitig zwei ungleiche Quantitäten desselben abgewogen; mit der grössern wurde eine von innen mit einem Scheibchen Filtrirpapier verschlossene geräumige Bürette gefüllt und durch leises Klopfen eine gleichmässige Lagerung des Pulvers bewirkt. Die kleinere Menge diente zur Bestimmung des hygroskopischen Wassers nach der S. 26 beschriebenen Manier. Das Trocknen der ganzen Menge ist zu umständlich und bei den meisten Substanzen kaum ausführbar. Das Pulver in der Bürette erhielt eine Bedeckung von grobem gewaschenen Quarzsande und wurde dann so lange mit Wasser ausgezogen, bis einige Tropfen der ablaufenden Flüssigkeit, auf Platinblech verdampft, keinen Rückstand mehr hinterliessen. Da die Bürette von dem Pulver gewöhnlich vollständig gefüllt war, so setzte ich mittels eines durchbohrten Korkes eine zweite auf und brachte am obern Ende derselben ein Kautschukrohr so an, dass man durch Luftdruck das Durchlaufen der Flüssigkeit im Nothfalle beschleunigen konnte. Bei etwa 30 Gramm Substanz war die Extraction gewöhnlich beendigt, wenn beiläufig $\frac{1}{2}$ Liter Flüssigkeit durchgelaufen war. Dieses Extract war anfangs klar, setzte jedoch in allen Fällen bereits nach einigen Stunden einen feinen Niederschlag ab.

Wegen dieses Niederschlags hielt ich ein Theilen der Flüssigkeit durch Pipettiren für ungenau; daher wurde der Auszug

in einem verkorkten Kolben gewogen, und nach jedesmaligem längern Umschütteln schnell die entsprechenden Quantitäten in Bechergläser ausgegossen.

Zur Trockensubstanzbestimmung wurden in einem kleinen tarirten Porzellanschälchen 20—40 Gramm im Wasserbade eingedunstet und zuletzt bei 100° vollständig getrocknet. Nach der Gewichtsbestimmung befeuchtete ich den Rückstand mit wenig Wasser, mengte sehr feinen ausgeglühten Sand unter, trocknete wieder und benutzte dieselbe Menge zur Stickstoffanalyse.

Die zur Phosphorsäurebestimmung dienende Quantität dampfte ich, zuletzt mit concentrirter Salpetersäure, ein und verfuhr übrigens nach der oben S. 28 beschriebenen Methode, welche hier sehr leicht ausführbar war, da stets verhältnissmässig nur geringe Mengen organischer Substanz oxydirt zu werden brauchten.

Zur Bestimmung der Basen endlich dampfte ich in der Silberschale ein und brannte bei mässiger Wärme vollkommen weiss, was nach mehrmaligem Befeuchten mit Wasser leicht gelang.

Der Rückstand von der Extraction wurde nach sorgfältiger Entfernung des aufgeschütteten Sandes aus der Bürette genommen, bei mässiger Wärme getrocknet und gleichfalls in drei Theile getheilt. Etwa 1 Gramm diente zur Wasser- und Stickstoffbestimmung, 5—8 Gramm wurden mit Salpetersäure behufs der Phosphorsäurebestimmung eingedunstet und der Rest eingeäschert. Die Untersuchungsmethoden waren übrigens die bereits früher beschriebenen. Auf Schwefelsäure und Chlor brauchte bei diesem zweiten Theile der Arbeit consequenterweise keine Rücksicht genommen zu werden, da diese Körper bereits früher in dem (sauren) Auszuge der Pflanze bestimmt worden waren, wobei die jedenfalls richtige und durch vergleichende Analysen übrigens bestätigte Annahme zu Grunde lag, dass die Verbindungen beider durch Wasser vollständig extrahirt werden können.

Da aus der Trockensubstanzbestimmung des wässerigen Auszugs die Totalmenge des in Lösung gegangenen Theils der Pflanzensubstanz bekannt war, so ergab die Subtraction dieses Quantums von der zur Extraction verwendeten Trockensubstanz das Gesammtgewicht des Rückstandes, und somit waren alle Zahlen bekannt, die zur Berechnung der analytischen Resultate gebraucht wurden.

Auf den folgenden Seiten sind die durch die Analyse direct gefundenen Zahlen zusammengestellt. Sämmtliche Resultate sind auf 100 Theile der ursprünglichen trockenen Pflanzensubstanz berechnet. Daran schliesst sich eine tabellarische Nebeneinanderstellung der löslichen und unlöslichen Verbindungen, wie früher auf 1000 Gramm Trockensubstanz bezogen. Da zu den Analysen der Rest des Materials verwendet wurde, welches zu den frühern gedient hatte, so müssten die durch Addition gefundenen Zahlen mit den entsprechenden auf Tabelle 21 übereinstimmen. Wenn dies nun auch nicht überall, namentlich nicht in Beziehung auf den Stickstoffgehalt der Fall ist, so übersteigen doch die Differenzen in keinem Falle die Fehlergrenze der Analyse [1]), und beide Reihen von Zahlen können einander wohl als Controle dienen.

Die Lücken, die sich an mehreren Orten finden, sind die Folgen von dem Analytiker leider nur zu wohl bekannten Unglücksfällen. Ich konnte sie nicht mehr ausfüllen, da es mir an Material gebrach. In einigen Fällen sind vergleichsweise die entsprechenden Zahlen aus den frühern Tabellen supplirt.

[1]) Man bedenke nur z. B., dass bei 0,5 Gramm Substanz 1 Milligramm Platin schon einen Fehler von 0,18 p. C. der Proteinverbindung veranlasst.

28.

V. Periode. Untere Stengel.

In Wasser löslicher Theil.

36,692 Gramm Trockensubstanz, mit Wasser erschöpft, geben

590,27 Gramm Lösung;

davon:

1. 35,57 Gramm zu Trockensubstanz und N, geben:

0,422 trockenen Rückstand
× 16,59 = 7,00098 = 19,007 p. C. Tr.-S.
0,0485 Pt. = 0,00689 N.
× 16,59 = 0,11431 = 0,312 p. C. N.
= 1,975 p. C. Prot.

2. 112,52 Gramm zu PO_5, geben:

0,0388 $(U_2O_3)_2$, PO_5 = 0,00783 PO_5.
× 5,25 = 0,0411 = 0,112 p. C. PO_5.

3. 282,39 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

0,0058 SiO_3 × 2,09 = 0,01212 = 0,033 p. C. SiO_3.
0,0025 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00131 Fe_2O_3.
× 2,09 = 0,00274 = 0,008 p. C. Fe_2O_3.
0,040 CaO, CO_2 = 0,02245 CaO.
× 2,09 = 0,04692 = 0,128 p. C. CaO.
0,042 $(MgO)_2$, PO_5 = 0,01508 MgO.
× 2,09 = 0,03152 = 0,086 p. C. MgO.
Alkalien nicht bestimmt.

29.

V. Periode. Untere Stengel.

In Wasser unlöslicher Theil.

36,692 Gramm Trockensubstanz verlieren (nach 28) beim Extrahiren 7,001 Gramm Trockensubstanz, hinterlassen also

29,691 Gramm Rückstand;

davon:

1. 1,008 Gramm zu N, geben:

0,0419 Pt. = 0,00595 N.
× 29,46 = 0,17528 = 0,478 p. C. N.
= 3,026 p. C. Prot.

2. 5,224 Gramm zu PO_5, geben:

0,010 $(U_2O_3)_2, PO_5$ = 0,00202 PO_5.
× 5,65 = 0,01141 = 0,031 p. C. PO_5.

3. 20,072 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

0,035 SiO_3 × 1,474 = 0,05159 = 0,141 p. C. SiO_3.
0,018 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00950 Fe_2O_3.
× 1,474 = 0,01400 = 0,038 p. C. Fe_2O_3.
0,0218 CaO, CO_2 = 0,01223 CaO.
× 1,474 = 0,01803 = 0,049 p. C. CaO.
0,0040 $(MgO)_2, PO_5$ = 0,00144 MgO.
× 1,474 = 0,00212 = 0,006 p. C. MgO.
Alkalien nicht bestimmt.

30.

V. Periode. Mittlere Stengel.

In Wasser löslicher Theil.

30,120 Gramm Trockensubstanz, mit Wasser erschöpft, geben

461,20 Gramm Lösung;

davon:

1. 40,84 Gramm zu Trockensubstanz und N, geben:

0,513 trockenen Rückstand
$\times 11{,}293 = 5{,}79026 =$ 19,224 p. C. Tr.-S.
0,0954 Pt. $= 0{,}01355$ N.
$\times 11{,}293 = 0{,}15301 =$ 0,508 p. C. N.
$=$ 3,216 p. C. Prot.

2. 182,55 Gramm zu PO_5, geben:

$0{,}0416\ (U_2O_3)_2, PO_5 = 0{,}00839\ PO_5$.
$\times 2{,}526 = 0{,}02120 =$ 0,070 p. C. PO_5.

3. 237,81 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

$0{,}0047\ SiO_3 \times 1{,}94 = 0{,}00912 =$ 0,030 p. C. SiO_3.
Spur Fe_2O_3, PO_5.
$0{,}0595\ CaO, CO_2 = 0{,}03338\ CaO$.
$\times 1{,}94 = 0{,}06473 =$ 0,215 p. C. CaO.
$0{,}0453\ (MgO)_2, PO_5 = 0{,}0162\ MgO$.
$\times 1{,}94 = 0{,}03143 =$ 0,138 p. C. MgO.
$0{,}8824$ G $\times 1{,}94 = 1{,}7128$ G.
$1{,}1870$ B $\times 1{,}94 = 2{,}3032$ B.
$= 0{,}02267 =$ 0,075 p. C. NaO.
$= 0{,}89886 =$ 2,984 p. C. KaO.

31.

V. Periode. Mittlere Stengel.

In Wasser unlöslicher Theil.

30,120 Gramm Trockensubstanz verlieren (nach 30) beim Extrahiren 5,790 Gramm Trockensubstanz, hinterlassen also

24,330 Gramm Rückstand;

davon:

1. 0,442 zu N, geben:

0,0242 Pt. = 0,00343 N.
× 55,05 = 0,18885 = 0,627 p. C. N.
= 3,969 p. C. Prot.

2. 6,2895 Gramm zu PO_5, geben:

Unwägbare Spur $(U_2O_3)_2$, PO_5.

3. 15,540 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

0,0933 SiO_3 × 1,566 = 0,14517 = 0,482 p. C. SiO_3.
0,0040 Fe_2O_3, PO_5 = 0,0022 Fe_2O_3.
× 1,566 = 0,00345 = 0,012 p. C. Fe_2O_3.
0,0264 CaO, CO_2 = 0,0148 CaO.
× 1,566 = 0,02318 = 0,077 p. C. CaO.
0,0398 $(MgO)_2$, PO_5 = 0,0142 MgO.
× 1,566 = 0,02224 = 0,074 p. C. MgO.
0,2194 G × 1,566 = 0,3436 G.
0,2930 B × 1,566 = 0,4588 B.
= 0 = 0 p. C. NaO.
= 0,1859 = 0,62 p. C. KaO.

32.

V. Periode. Obere Stengel.

In Wasser löslicher Theil.

34,112 Gramm Trockensubstanz, mit Wasser erschöpft, geben

519,2 Gramm Lösung;

davon:

1. 34,55 Gramm zu Trockensubstanz und N, geben:

0,4826 trockenen Rückstand
$\times 15{,}27 = 7{,}36690 = 21{,}605$ p. C. Tr.-S.
0,1547 Pt. $= 0{,}02203$ N.
$\times 15{,}27 = 0{,}33640 = 0{,}986$ p. C. N.
$= 6{,}241$ p. C. Prot.

2. 216,40 Gramm zu PO_5, geben:

$0{,}1275\ (U_2O_3)_2, PO_5 = 0{,}02577\ PO_5$.
$\times 2{,}4 = 0{,}06185 = 0{,}152$ p. C. PO_5.

3. 268,25 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

$0{,}0063\ SiO_3 \times 1{,}936 = 0{,}01220 = 0{,}036$ p. C. SiO_3.
$0{,}0067\ Fe_2O_3, PO_5 = 0{,}00354\ Fe_2O_3$.
$\times 1{,}936 = 0{,}00685 = 0{,}020$ p. C. Fe_2O_3.
$0{,}0628\ CaO, CO_2 = 0{,}03524\ CaO$.
$\times 1{,}936 = 0{,}06823 = 0{,}500$ p. C. CaO.
$0{,}0535\ (MgO)_2, PO_5 = 0{,}01920\ MgO$.
$\times 1{,}936 = 0{,}03718 = 0{,}109$ p. C. MgO.
Alkalien nicht bestimmt.

33.

V. Periode. Obere Stengel.

In Wasser unlöslicher Theil.

34,112 Gramm Trockensubstanz verlieren (nach 32) beim Extrahiren 7,370 Gramm Trockensubstanz, hinterlassen also

26,742 Gramm Rückstand;

davon:

1. N nicht bestimmt.

2. 8,543 Gramm zu PO_5, geben:

$$0{,}0205\ (U_2O_3)_2, PO_5 = 0{,}0414\ PO_5.$$
$$\times 3{,}13 = 0{,}01296 = 0{,}038 \text{ p. C. } PO_5.$$

3. 17,051 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

$$0{,}2830\ SiO_3 \times 1{,}57 = 0{,}44413 = 1{,}302 \text{ p. C. } SiO_3.$$
$$0{,}0290\ CaO, CO_2 = 0{,}01630\ CaO.$$
$$\times 1{,}57 = 0{,}02559 = 0{,}075 \text{ p. C. } CaO.$$
$$0{,}1046\ (MgO)_2, PO_5 = 0{,}03758\ MgO.$$
$$\times 1{,}57 = 0{,}05900 = 0{,}173 \text{ p. C. } MgO.$$

Alkalien nicht bestimmt.

34.

V. Periode. Untere Blätter.

In Wasser löslicher Theil.

33,923 Gramm Trockensubstanz, mit Wasser erschöpft, geben 496,13 Gramm Lösung;

davon:

1. 30,72 Gramm zu Trockensubstanz und N, geben:

0,652 trockenen Rückstand
× 11,04 = 7,19946 = 21,223 p.C. Tr.-S.
0,1752 Pt. = 0,02488 N.
× 11,04 = 0,27464 = 0,8096 p.C. N.
= 5,125 p.C. Prot.

2. 123,2 Gramm zu PO_5, geben:

0,0793 $(U_2O_3)_2$, PO_5 = 0,01598 PO_5.
× 4,03 = 0,06445 = 0,190 p.C. PO_5.

3. 306,63 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

0,018 SiO_3 × 1,618 = 0,02912 = 0,086 p.C. SiO_3.
0,008 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00423 Fe_2O_3.
× 1,618 = 0,00684 = 0,020 p.C. Fe_2O_3.
0,412 CaO, CO_2 = 0,23119 CaO.
× 1,618 = 0,37405 = 1,102 p.C. CaO.
0,185 $(MgO)_2$, PO_5 = 0,06647 MgO.
× 1,618 = 0,10754 = 0,317 p.C. MgO.
1,3222 G × 1,618 = 2,13935 G.
1,7761 B × 1,618 = 2,87382 B.
= 0,02409 = 0,071 p.C. NaO.
= 1,12794 = 3,325 p.C. KaO.

35.

V. Periode. Untere Blätter.

In Wasser unlöslicher Theil.

33,923 Gramm Trockensubstanz verlieren (nach 34) beim Extrahiren 7,199 Gramm Trockensubstanz, hinterlassen also

26,724 Gramm Rückstand;

davon:

1. 0,571 Gramm zu N, geben:

$$\begin{aligned} 0{,}0364\ \text{Pt.} &= 0{,}00518\ \text{N.} \\ \times 46{,}80 &= 0{,}24255 = 0{,}715\ \text{p. C. N.} \\ &= 4{,}425\ \text{p. C. Prot.} \end{aligned}$$

2. 6,2055 Gramm zu PO_5, geben:

$$\begin{aligned} 0{,}0020\ (U_2O_3)_2, PO_5 &= 0{,}00040\ PO_5. \\ \times\ 4{,}37 &= 0{,}00175 = 0{,}006\ \text{p. C. } PO_5. \end{aligned}$$

3. 15,121 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

$$\begin{aligned} 0{,}6598\ SiO_3 \times\ 1{,}767 &= 1{,}16587 = 3{,}437\ \text{p. C. } SiO_3. \\ 0{,}0444\ Fe_2O_3, PO_5 &= 0{,}0234\ Fe_2O_3. \\ \times\ 1{,}767 &= 0{,}04139 = 0{,}122\ \text{p. C. } Fe_2O_3. \\ 0{,}1714\ CaO, CO_2 &= 0{,}09618\ CaO. \\ \times\ 1{,}767 &= 0{,}16995 = 0{,}501\ \text{p. C. CaO.} \\ 0{,}0540\ (MgO)_2, PO_5 &= 0{,}01939\ MgO. \\ \times\ 1{,}767 &= 0{,}03426 = 0{,}101\ \text{p. C. MgO.} \end{aligned}$$

Alkalien nicht bestimmt.

36.

V. Periode. Obere Blätter.

In Wasser löslicher Theil.

24,690 Gramm Trockensubstanz, mit Wasser erschöpft, geben 466,80 Gramm Lösung;

davon:

1. 21,24 Gramm zu Trockensubstanz und N, geben:

0,234 trockenen Rückstand
× 21,91 = 5,14332 = 20,832 p. C. Tr.-S.
0,0715 Pt. = 0,01016 N.
× 21,91 = 0,22261 = 0,902 p. C. N.
= 5,710 p. C. Prot.

2. 102,95 Gramm zu PO_5, geben:

0,047 $(U_2O_3)_2$, PO_5 = 0,00947 PO_5.
× 4,534 = 0,04334 = 0,175 p. C. PO_5.

3. 182,07 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

0,005 SiO_3 × 2,564 = 0,01282 = 0,052 p. C. SiO_3.
0,0022 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00105 Fe_2O_3.
× 2,564 = 0,00297 = 0,057 p. C. Fe_2O_3.
0,240 CaO, CO_2 = 0,13467 CaO.
× 2,564 = 0,34527 = 1,398 p. C. CaO.
0,100 $(MgO)_2$, PO_5 = 0,03594 MgO.
× 2,564 = 0,09224 = 0,373 p. C. MgO.
0,4215 G × 2,564 = 1,0818 G.
0,5636 B × 2,564 = 1,4450 B.
= 0,0072 = 0,029 p. C. NaO.
0,5782 = 2,342 p. C. KaO.

37.

V. Periode. Obere Blätter.

In Wasser unlöslicher Theil.

24,690 Gramm Trockensubstanz verlieren (nach 36) beim Extrahiren 5,143 Gramm Trockensubstanz, hinterlassen daher

19,547 Gramm Rückstand:

davon:

1. 0,521 Gramm zu N, geben:

0,0380 Pt. = 0,00540 N.
× 37,52 = 0,20261 = 0,802 p. C. N.
= 5,077 p. C. Prot.

2. 3,647 Gramm zu PO_5, geben:

Unwägbare Spur $(U_2O_3)_2$, PO_5.

3. 12,787 Gramm zu SiO_3 und Basen, geben:

0,700 SiO_3 × 1,529 = 1,07030 = 4,335 p. C. SiO_3.
0,013 Fe_2O_3, PO_5 = 0,00690 Fe_2O_3.
× 1,529 = 0,01055 = 0,043 p. C. Fe_2O_3.
0,1240 CaO, CO_2 = 0,06958 CaO.
× 1,529 = 0,10638 = 0,431 p. C. CaO.
0,020 $(MgO)_2$, PO_5 = 0,00719 MgO.
× 1,529 = 0,01099 = 0,045 p. C. MgO.
Alkalien nicht bestimmt.

Tabellarische Zusammenstellung.

Untere Stengel.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten:

	Im wässerigen Auszug.	Im Rückstand.	Summe.
	Gramm.	Gramm.	Gramm.
Stickstoffhaltige Substanz	19,75	30,26	50,01
Kieselsäure	0,33	1,41	1,74
Phosphorsäure	1,12	0,31	1,43
Eisenoxyd	0,08	0,38	0,46
Kalk	1,28	0,49	1,77
Magnesia	0,86	0,06	0,92
Natron	—	—	—
Kali	—	—	—
Trockensubstanz	190,07	809,93	1000.

Mittlere Stengel.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten:

	Im wässerigen Auszug.	Im Rückstand.	Summe.
	Gramm.	Gramm.	Gramm.
Stickstoffhaltige Substanz	32,16	39,69	71,85
Kieselsäure	0,30	4,82	5,12
Phosphorsäure	0,70	Spur	0,70
Eisenoxyd	Spur	0,12	0,12
Kalk	2,15	0,77	2,92
Magnesia	1,38	0,74	2,01
Natron	0,75	0	0,75
Kali	29,84	6,20	36,04
Trockensubstanz	192,24	807,76	1000.

Obere Stengel.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten:

	Im wässerigen Auszug. Gramm.	Im Rückstand. Gramm.	Summe. Gramm.
Stickstoffhaltige Substanz	62,43	(36,51) [1]	(98,94) [2]
Kieselsäure	0,36	13,02	13,38
Phosphorsäure	1,52	0,38	1,90
Eisenoxyd	0,20	0	0,20
Kalk	5,00	0,75	5,75
Magnesia	1,09	1,73	2,82
Natron	—	—	—
Kali	—	—	—
Trockensubstanz	216,05	783,95	1000.

Untere Blätter.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten:

	Im wässerigen Auszug. Gramm.	Im Rückstand. Gramm.	Summe. Gramm.
Stickstoffhaltige Substanz	51,25	44,25	95,50
Kieselsäure	0,86	34,37	35,23
Phosphorsäure	1,90	0,06	1,96
Eisenoxyd	0,20	1,22	1,42
Kalk	11,02	5,01	16,03
Magnesia	3,17	1,01	4,18
Natron	0,71	(0,25) [1]	(0,96) [2]
Kali	33,25	(4,16) [1]	(37,41) [2]
Trockensubstanz	212,23	787,77	1000.

[1] Differenz.

[2] Aus den frühern Tabellen entnommen.

Obere Blätter.

1000 Gramm Trockensubstanz enthalten:

	Im wässerigen Auszug. Gramm.	Im Rückstand. Gramm.	Summe. Gramm.
Stickstoffhaltige Substanz	57,10	50,77	107,87
Kieselsäure	0,52	43,35	43,87
Phosphorsäure	1,75	Spur	1,75
Eisenoxyd	0,57	0,43	0,00
Kalk	13,98	4,31	18,29
Magnesia	3,73	0,45	4,18
Natron	0,29	(0,25) [1]	(0,55) [2]
Kali	23,42	(2,67) [1]	(26,09) [2]
Trockensubstanz	208,32	791,68	1000.

Einen zur Analyse brauchbaren wässerigen Auszug der reifen Früchte herzustellen, wollte mir trotz aller Mühe nicht gelingen. Selbst bei Zusammenmischen des gepulverten Pflanzentheils mit der drei- bis vierfachen Menge Sand wurde schon nach kurzer Zeit die Masse für Wasser so gut wie völlig undurchdringlich, und nach wochenlangem Stehen und Abtropfen war an Erschöpfung noch gar nicht zu denken. Gleichwol ist die Deplacirungsmethode die einzige, bei deren Anwendung überhaupt eine Erschöpfung möglich ist: es blieb mir daher nichts anderes übrig, als die Analyse auszulassen.

Wenn nun die hier mitgetheilten Zahlen auch nicht gerade über alle die Dinge vollen Aufschluss geben, welche ich dadurch erörtern zu können glaubte, so ist doch gar nicht zu

[1]) Differenz.

[2]) Aus den frühern Tabellen entnommen.

verkennen, dass sie in vollem Einklange stehen mit dem, was der erste Theil der Untersuchung gelehrt hat. Fassen wir das, was sich mit Bestimmtheit aussprechen lässt, zusammen, so ergibt sich Folgendes:

Die stickstoffhaltige Substanz zeigt in den verschiedenen Theilen der Haferpflanze abweichende Löslichkeitsverhältnisse. In den Blättern ist sie annähernd zur Hälfte löslich; in den Stengeltheilen dagegen bemerkt man nach oben hin eine steigende (relative) Löslichkeit, während die in fester Form zurückbleibenden Mengen keinen so auffallenden Schwankungen unterliegen. (Vgl. unten bei Phosphorsäure.)

Die Kieselsäure ist in den Blättern so gut wie im Halme der Haferpflanze fast nur in unlöslicher Form vorhanden. Im wässerigen Auszug haben sich stets nur Spuren von ihr gefunden. Will man auf die Unterschiede Gewicht legen, welche sich in den Verhältnissen des löslichen Antheils zum unlöslichen bei den verschiedenen Organen des Gewächses zeigen, so ergibt sich, dass im allgemeinen im Halme ein relativ grösserer Theil in löslicher Form vorhanden ist als in den Blättern; dabei nimmt die Löslichkeit nach oben hin ab. Setzt man die Menge des unlöslichen Antheils = 100, so beträgt die des löslichen in den

untern Stengeln	mittlern Stengeln	obern Stengeln	untern Blättern	obern Blättern
23	6,2	2,8	2,5	1,2.

Die in gleichen Mengen Trockensubstanz enthaltenen absoluten Mengen löslicher Kieselsäure zeigen weniger grosse Abweichungen. Vergleicht man den Wassergehalt der Pflanze mit dem darin gelösten Quantum Kieselsäure, so ist man keineswegs zu der Annahme gezwungen, dass letztere in Verbindung mit einer Base (Kali oder Natron) im Pflanzensafte enthalten sei: das Vegetationswasser wird fast überall ausreichen, die geringe Menge Kieselsäure als solche in Lösung zu erhalten.

Dies würde ganz damit in Einklang stehen, wie wir uns die Aufnahme dieser Substanz zu denken haben. Vermittelt wird dieselbe, nach v. LIEBIG's neuesten Untersuchungen, sicherlich zum allergrössten Theile durch die von den Enden der Wurzeln ausgeübte zersetzende Wirkung auf die im Boden enthaltenen unlöslichen Kieselsäureverbindungen; so kann sie nur als freie Säure in Lösung und in dieser Form in die Pflanze übergehen. Wo Gräser in saurem Boden wachsen, da ist an und für sich schon in diesem eine Kieselsäurelösung enthalten.[1]) Die freie Kieselsäure nimmt ihren Weg durch Halm und Blätter und lagert sich daselbst in unlöslicher Form ab. Einmal zur Ablagerung gelangt erleidet sie keine Ortsveränderung mehr, wie die frühern Betrachtungen nachgewiesen haben (s. oben S. 144).

Welches der Grund dieser massenhaften Ablagerung in den Blattorganen der Halmgewächse ist, darüber lässt sich natürlich nichts aussagen. Wir haben dies einfach als ein Factum, als eine in der Natur dieser Pflanzen begründete Eigenthümlichkeit zu betrachten, die andern Pflanzengattungen abgeht. Dass es aber eben diese continuirlich fortgehende Ausscheidung in fester Form ist, welche die ununterbrochene Aufnahme der Kieselsäure bedingt, darüber kann wol kaum ein Zweifel obwalten. (Vgl. das oben S. 140 über das Wahlvermögen der Pflanze Gesagte.) Aus der Abwesenheit dieses Umstandes bei andern Gewächsen erklärt sich die oft sehr geringe Kieselsäureaufnahme derselben. Denn wenn z. B. in einer Kleepflanze keine Kieselsäure zur Ausscheidung gelangt, so wird die Lösung im Innern derselben sehr bald dieselbe Concentration besitzen, wie die durch die Wurzelthätigkeit vermittelte Lösung ausserhalb derselben; daher kann keine weitere Kieselsäure in die Pflanze eindringen, selbst wenn die Spongiolen der Kleewurzeln genau dieselben endosmotischen Eigenschaften besitzen, wie die Wurzelschwämmchen der Gräser (oder Equisetaceen),

[1]) „Ueber einige Eigenschaften der Ackerkrume." Annalen der Chemie und Pharmacie (1858), CV, 123 fg.

und selbst wenn ausserhalb der Wurzeln fortwährend Kieselsäure in Freiheit gesetzt und in Lösung übergeführt wird.

Die Phosphorsäure zeigt ein durchaus anderes Verhalten; sie ist in Stengel und Blatt der Haferpflanze fast gänzlich in löslicher Form vorhanden. Demgemäss wurde auch bei dieser Substanz das grösste Wanderungsvermögen beobachtet. Ob sie dabei an Kalk oder an Kali gebunden ist, kann nicht entschieden werden. Im Rückstand konnten nur geringe Mengen vorgefunden werden, und zwar in den Stengeln durchschnittlich mehr als in den Blättern. Dieses Resultat bestätigt das oben S. 162 fg. über die Unabhängigkeit der fertig gebildeten Proteinsubstanz von der Phosphorsäure Ausgesprochene.

Es ist möglich, dass die durch Wasser nicht auszuziehenden Theile dieser Säure durch die unlöslichen Proteinverbindungen zurückgehalten worden sind; beweisen oder widerlegen lässt sich diese Annahme aus den gefundenen Resultaten nicht. Denn es wäre gewagt, Verhältnisszahlen zwischen den unlöslichen Antheilen beider Substanzen berechnen und daraus Schlüsse für oder wider die Existenz von Beziehungen derselben zueinander herleiten zu wollen. So beträgt bei untern und obern Stengeln im Rückstand die Phosphorsäure fast genau 1 p. C. von der stickstoffhaltigen Substanz, was ziemlich gut mit den bekannten Analysen der Proteinkörper übereinstimmt. Bei den untern Blättern hat man dagegen nur 0,14 p. C. und bei den mittlern Stengeln und obern Blättern ist gar kein Verhältniss angebbar. Bedenkt man aber, dass z. B. im letzten Falle die „Spur“ der bei der Analyse gesehenen Phosphorsäure nur 2,5 Milligramm (vgl. S. 179) und bei den mittlern Stengeln etwa 3 Milligramm (vgl. S. 173) betragen zu haben brauchte, um auch hier 1 p. C. von der stickstoffhaltigen Substanz auszumachen, so wird man inne, auf wie unsicherer Basis in diesem Falle alle Schlussfolgerungen ruhen würden. Wenn nun auch Irrungen bei der Analyse innerhalb der hier angedeuteten Grenzen geradezu unmöglich sind (denn 10—15 Milligramm

phosphorsaures Uranoxyd wird niemand für eine Spur ansehen), so halte ich mich doch nicht für berechtigt, den in den fünf Tabellen angegebenen Phosphorsäurezahlen zur Entscheidung der aufgeworfenen Frage irgendein Gewicht beizulegen. Hier muss nothwendig mit grössern Quantitäten als geschehen ist, gearbeitet werden, um Gewissheit zu erlangen.

Ebenso bleibt die Frage offen, ob die Phosphorsäure innerhalb der Stengel- und Blattgebilde der Haferpflanze zu allen Zeiten eine gleich grosse Löslichkeit besitzt, und ob die Körner in dieser Beziehung zeitweise oder immer ein ähnliches Verhalten zeigen. Was den letztern Punkt betrifft, so liessen sich dagegen Zweifel erheben, da mehrfach ausgesprochen worden ist, dass die Getreidesamen phosphorsaure Ammoniakmagnesia enthalten. In Blatt und Stengel kann diese Verbindung nicht wohl existiren; aber vielleicht ist es eben die Bildung derselben in den Blütentheilen, welche den Zug der Phosphorsäure (und auch der Magnesia) nach oben bedingt. Dass beide Körper bei der Samenbildung eine wichtige Rolle spielen, ist gar nicht zu bezweifeln, und vielleicht steht damit auch die von mir beobachtete Aufspeicherung der Phosphorsäure zur Zeit der Blüte oder unmittelbar nachher (vgl. oben S. 130) im Zusammenhang.

Doch wozu sich mit Hypothesen quälen, denen zur Zeit noch jede positive Grundlage fehlt! Begnügen wir uns, auf einzelnes aufmerksam geworden zu sein, zu dessen Erörterung sich uns Mittel und Wege zeigen. In der That scheint mir ein gründliches Studium der quantitativen Löslichkeitsverhältnisse der Mineralsubstanzen im Pflanzenkörper Resultate zu versprechen. Namentlich dürfte auf Erfolg zu hoffen sein, wenn man dasselbe speciell in Bezug auf die Samenreife unternähme.

Die Samen sind von allen Pflanzentheilen die einzigen, bei denen man bisjetzt im ganzen eine auffallende Constanz in der Aschenzusammensetzung beobachtet hat. Die durch äussere Verhältnisse bedingte „Zufälligkeit", dieser fatale, unbekannte Factor, fällt also von vornherein aus der Rechnung weg: dazu

kommt, dass es hier ausserordentlich leicht ist, eine genaue Auswahl des Materials zu treffen, was ich für die erste und wichtigste Grundbedingung der Gültigkeit aller auf der vergleichenden Analyse fussenden Untersuchungen halte. Wenn daher Aschenanalysen überhaupt geeignet sind, in der Pflanzenphysiologie zu Aufschlüssen zu führen — und daran ist trotz der vielen negativen Resultate doch wol kaum zu zweifeln —, so dürfen wir solche zuerst von den Analysen reifender Samen erwarten.

Ueber Kalk, Magnesia und Kali kann ich mich kurz fassen; die Analysen gestatten eben keine positiven Folgerungen. Alle drei Substanzen sind zum grössern Theile durch Wasser ausziehbar, doch bleibt immerhin noch ein Rückstand und zwar in manchen Fällen, bei Kalk und Kali namentlich, in gar nicht unbeträchtlicher Menge. Was hält diese Basen zurück, woran sind sie gebunden? an organische Säuren? und an welche? — Ich wage auf keine dieser Fragen eine Antwort zu geben.

Das Eisenoxyd endlich ist bald zum grössern, bald zum kleinern Theile als löslich vorgefunden worden. Die geringen Mengen, mit denen man es bei diesem Körper stets zu thun hat, gestatten der quantitativen Analyse wenig Angriffspunkte. So darf man auch aus den gefundenen Zahlenverhältnissen keinen Schluss ziehen. Nur das scheint mir einer Bemerkung werth, dass auch in den Fällen, wo sich im Rückstand nur Spuren von Phosphorsäure fanden, doch Eisen zugegen war, und zwar, namentlich bei den Blättern (s. S. 177 u. 179), soviel, dass in der Aschenlösung auf Ammoniakzusatz der rothe Eisenoxydniederschlag deutlich erschien. (Ich habe ihn abfiltrirt, gelöst und mit phosphorsaurem Natron und essigsaurem Ammoniak gefällt, um eine Trennung von der geringen Menge Phosphorsäure zu umgehen.) Es ist daher, in diesen Fällen wenigstens, nicht denkbar, dass phosphorsaures Eisen in der Pflanze enthalten sein konnte.

Allgemeines Résumé.

Werfen wir einen Rückblick auf die vorliegende Untersuchung, so lassen sich die Resultate derselben in die nachfolgenden Sätze zusammenfassen. Dabei sei es mir erlaubt, mich der kategorischen Redeweise zu bedienen, nicht als ob ich das Auszusprechende für allgemein gültig und erwiesen erachtete, sondern nur aus formeller Rücksicht auf die Darstellung. Das Kriterium für das grössere oder geringere Gewicht der einzelnen Sätze liegt in der Untersuchung selbst und ist im Text des Werks an den betreffenden Orten stets hervorgehoben, deshalb glaube ich hier jede hypothetische Wendung umgehen zu dürfen. Man wolle sich nur stets erinnern, dass diese schliessliche Zusammenstellung nichts als eine Uebersicht über die Ergebnisse eines einzigen Versuchs sein soll, gegeben zu dem Zwecke der leichtern Orientirung und Vergleichung mit vorangegangenen und künftigen Erfahrungen ähnlicher Art.

1. Die Pflanze nimmt biz zur Beendigung ihrer Vegetationszeit an Masse zu, die grösste Gewichtsvermehrung erfolgt in der Periode des Schossens, die geringste (mit Ausschluss der nicht mit zur Untersuchung gezogenen Keimung) in der letzten Zeit der Reife.

2. Die Zunahme in der letzten Hälfte des Wachsthums (nach der Blüte) kommt zum überwiegend grössten Theile auf Rechnung der Körner; die übrigen Organe zeigen in dieser Zeit eine so geringe Massenvermehrung, dass dieselbe gegen die bei der Fruchtbildung erfolgende fast vollständig verschwindet.

3. Die untern Blätter nehmen an dieser Massenvermehrung schon von der zweiten Periode an keinen Theil mehr. Das eigentliche Leben in diesen Organen ist von da ab nur noch höchst unbedeutend. Die Veränderungen, welche man an ihnen beobachtet, sind wol zum grössern Theile durch äussere Einflüsse bedingt.

4. Die **Holzfaserbildung** erreicht mit der Blütezeit ihren Abschluss, ihr absolutes und relatives Maximum beim Schossen. Sie tritt stets gegen die Bildung der übrigen organischen Substanz zurück und übersteigt die Hälfte derselben nur beim Schossen.

5. Den höchsten relativen Gehalt an Holzfaser findet man in den Stengeln und zwar in den untern Theilen derselben zur Zeit der Blüte; ebenso ist der absolute Gehalt des ganzen Halms, sobald derselbe seine volle Länge erreicht hat, höher, als der sämmtlichen fünf Blätter zusammengenommen.

6. Das **Fett** wird in absolut und relativ grösster Menge zur Blütezeit erzeugt.

7. Die absolute Menge dieser Substanz steigt in Blättern und Stengeln von unten nach oben und bis zur beginnenden Reife mit dem Alter. Jene sind sehr viel fettreicher als diese.

8. Die **stickstofffreie Substanz.** Das absolute Maximum producirt die Pflanze beim Schossen, das absolute Minimum zur Zeit der Reife. Da aber in dieser letzten Periode des Wachsthums die Bildung von Holzfaser und Fett gänzlich aufgehört hat und nur noch wenig Stickstoff und Asche assimilirt wird, so tritt jenes absolute Minimum zugleich als relatives Maximum auf.

9. Die Stengel sind im allgemeinen procentisch reicher an stickstofffreier Substanz als die Blätter; in jenen (besonders in den mittlern und obern Theilen) sinkt der Gehalt mit dem Alter, in diesen (besonders in den obern) steigt er. Die Aehrchen sind von ihrem ersten Entstehen an die an stickstofffreier Substanz procentisch reichsten Pflanzentheile.

10. Die absoluten Mengen dieser Substanz erleiden nur in den mittlern und obern Stengelgliedern gegen die Reife hin eine bemerkbare Verminderung: sie steigen in den obern Blättern und besonders auffallend in den Aehrchen. Daher darf man eine geringe Wanderung löslicher Kohlenhydrate von dem Halme nach dem Orte der Fruchtbildung annehmen. Ob die Wanderung von den Blättern ausgeht, kann nicht entschieden werden, wenigstens müsste, wenn man diese an und für sich wahrscheinliche Annahme stellt, in den obern Blättern eine Mehrproduction gegenüber der Ausfuhr stattgefunden haben.

11. Ebenso wenig lässt sich aus den Versuchen darüber etwas aussagen, an welchen Orten die Atmosphärilien besonders zur Assimilation gelangen. Wenn die quantitative Analyse hierüber ein entscheidendes Urtheil abgeben soll, muss sie vorerst im Stande sein, das Chaos der stickstofffreien Verbindungen zu lösen und die Gewichtsverhältnisse derselben scharf zu bestimmen.

12. Die **stickstoffhaltige Substanz**. Die Zahlen, welche für die Gesammt-Stickstoffaufnahme gefunden wurden, bilden keine einfache Reihe. Die Assimilation nimmt successive ab bis zur Blüte, erreicht unmittelbar nachher ihr Maximum und dauert in geringerem Masse bis zur Reife fort.

13. Von der Blüte bis zur Reife wurden etwa zwei Fünftheile des in der reifen Pflanze enthaltenen Stickstoffs aufgenommen. Da der Grund dieser in der zweiten Hälfte der Vegetation stattfindenden beträchtlichen Assimilation im vorliegenden Falle nicht in dem Vorhandensein „leichtlöslicher stickstoffhaltiger Pflanzennahrung im Boden“ gesucht werden

kann (vgl. oben S. 123), so muss es auch gestattet sein, die Allgemeingültigkeit des von anderer Seite aufgestellten Naturgesetzes: „die Stickstoffaufnahme nach der Blüte hänge lediglich davon ab, ob und wie viel davon in geniessbarer Form zu dieser Zeit im Boden noch vorhanden sei", hiermit anzuzweifeln.

14. Richtiger hingegen möchte der Ausspruch sein, dass wir die Gründe, welche eine höhere oder niedrigere Stickstoffassimilation nach der Blüte bedingen, bis dato noch nicht kennen.

15. Die Pflanze, als Ganzes betrachtet, ist (procentisch) am stickstoffärmsten zur Zeit der Blüte. Diese Erscheinung resultirte im vorliegenden Falle ersichtlich aus der überwiegenden Holzfaserproduction unmittelbar vorher. Die junge Pflanze ist am stickstoffreichsten. Nach der Blüte steigt der Stickstoffgehalt wieder, sodass der eine reichlich mit Körnern beladene Rispe tragende Halm etwa um ein Drittheil reicher an Stickstoff ist als der blühende.

16. Im allgemeinen sind die obern Pflanzentheile stickstoffreicher als die untern: eine bekannte Thatsache, von der sich bei dieser Untersuchung nur geringe Abweichungen herausstellten. Die Blätter haben im Durchschnitt mehr Stickstoffverbindungen als die Stengel, die Aehrchen erst mit beginnender Reife mehr als die Blätter.

17. Das Alter macht nur die Blätter (procentisch) stickstoffärmer; der Halm, namentlich in seinen obern Theilen, wird nach der Blüte wieder etwas reicher, was wol als eine Folge der Wanderung der löslichen Albuminate nach oben aufzufassen ist (vgl. Nr. 19). Dass die Aehrchen bis zuletzt an Stickstoff zunehmen, ist schon von andern erkannt.

18. Eine entschiedene Abnahme der absoluten Quantitäten von Proteinverbindungen wurde nur bei den Blättern beobachtet, und zwar bei den obern nach der Blüte, bei den untern von Anfang an; die obern und mittlern Stengelglieder verlieren nur ganz gegen das Ende der Vegetation geringe

Mengen von stickstoffhaltiger Substanz. Die Aehrchen dagegen nehmen bis zur Reife in grossem Massstabe daran zu.

19. Es hat also eine Wanderung löslicher stickstoffhaltiger Verbindungen von den Blättern durch den Halm nach der Rispe stattgefunden. Wie gross die Bewegung war, lässt sich nicht ermitteln, da man nicht mit Bestimmtheit wissen kann, an welchem Orte der atmosphärische Stickstoff in die Pflanze Eintritt genommen hat (vgl. Nr. 20).

20. Bei dem reifen Gewächs sind die in den Blättern und im mittlern Theile des Halms enthaltenen Stickstoffverbindungen durchschnittlich zur Hälfte löslich; dagegen überwiegt im untern Halme der unlösliche, im obern der lösliche Theil. Ob man hieraus schliessen darf, dass gegen die Reife hin nur der kleinere Theil des assimilirten Stickstoffs der Pflanze durch die Wurzeln zugeführt, der grössere dagegen durch die obersten Organe unmittelbar aus der Atmosphäre aufgenommen worden ist, will ich nicht entscheiden.

21. Die **Mineralsubstanzen** (insgesammt) werden bis zur Reife des Gewächses aufgenommen, jedoch in stets verminderten Mengen. Am aschenreichsten (procentisch) ist die junge Pflanze; vom Schossen an bis zum Ende der Vegetation wurde ein beinahe constanter Aschengehalt beobachtet.

22. Die **Kieselsäure** tritt von der zweiten bis zur vierten Periode mit grosser Regelmässigkeit in die Pflanze ein. Die bei weitem grössten Mengen gehen in die Blattorgane über, im Halme bleibt verhältnissmässig wenig; daher sind auch die Blätter während des ganzen Wachsthums die hervortretend kieselsäurereichsten Theile des Gewächses.

23. Die Untersuchungen über die Löslichkeit haben nachgewiesen, dass in der reifen Pflanze fast die ganze Masse der Kieselsäure in unlöslicher Form vorhanden ist. In Uebereinstimmung hiermit wurde bei dieser Substanz keine Wanderung beobachtet; die geringen Abnahmen der absoluten Mengen in den untern Blättern (und untern Stengelgliedern) sind kaum

als Resultate eines wirklichen Vegetationsvorganges anzusprechen, vielleicht aber muss man dies in Bezug auf die bei den Aehrchen gegen die Reife hin bemerkbar werdende Kieselsäureverminderung thun. — Hieraus wurde gefolgert:

24. Die Kieselsäure tritt, als freie Säure im Vegetationswasser gelöst, in die Pflanze, und gelangt als solche namentlich in den Blättern, den Verdunstungsorganen, zur bleibenden Ablagerung; ein Uebergang aus einem Pflanzentheile in den andern findet nachher nicht mehr statt.

25. Diese den Gramineen eigenthümliche Abscheidung von Kieselsäure in fester Form ist nicht als Wirkung, wahrscheinlich aber als Ursache der erhöhten Aufnahme dieser Substanz aus den Verbindungen des Bodens zu betrachten (vgl. Nr. 60). Warum die Kieselsäure aber bei den Gramineen in so grossen Mengen zur Ablagerung gelangt, kann nicht erklärt werden. Es ist dies eins von den vielen Postulaten des organischen Lebens, welches nach den Species der Organismen, wie uns bisjetzt scheint, so mannichfache Modificationen erleidet, und ist in seinen letzten Ursachen ebenso unbekannt, wie z. B. die Entwickelung der Plumula und Radicula aus dem feuchten Samen bei gewisser Temperatur und Gegenwart von Luft.

26. Behaupten zu wollen, die Kieselsäure habe für das Wachsthum der Gräser „keine weitere Function, als durch ihre Ablagerung in den Zellenwänden das Pflanzengerüste zu befestigen", erscheint als ein auf mangelhafter Beobachtung beruhender Schluss. Denn warum bliebe sie dann wol nur zum allerkleinsten Theile im Halme?

27. Die **Phosphorsäure** tritt in grösster Menge zur Blütezeit in die Pflanze; übrigens dauert die Aufnahme bis zur Reife fort.

28. Die Phosphorsäureaufnahme hält mit der Stickstoffassimilation nicht immer gleichen Schritt, sodass in den einzelnen Perioden kein festes Verhältniss zwischen beiden existirt. Die vorliegende Untersuchung ergab aber das eigenthümliche

Resultat, dass, wenn man die Perioden länger greift, eine Proportionalität hervortritt (etwa 1 : 4).

29. Keine der anorganischen Verbindungen besitzt (in der reifen Pflanze) eine so grosse Löslichkeit und keine zeigt, im Einklange hiermit, eine so grosse Beweglichkeit, als die Phosphorsäure. Fast die ganze in Blatt und Stengel der reifen Pflanze enthaltene Menge dieser Substanz liess sich durch Wasser ausziehen; und fast während des ganzen Wachsthums konnte ein Uebergang derselben aus einem Pflanzentheil in den andern wahrgenommen werden.

30. So geben namentlich die Blätter von der ersten Vegetationsperiode an successive ganz beträchtliche Mengen der bis dahin aufgenommenen Phosphorsäure wieder ab. Dieselbe wandert durch den Halm nach der Frucht hinauf. Auch bei diesem lässt sich, obwol er den Durchgangskanal bildet, mit grosser Deutlichkeit eine successive Verminderung erkennen. Die Wanderung muss daher schnell erfolgen.

31. Da alle Pflanzentheile ihr Contingent an Phosphorsäure zur Fruchtbildung stellen, so muss der procentische Gehalt in ihnen fortwährend sinken; in den Aehrchen dagegen nimmt nicht nur dieser, sondern auch das absolute Quantum ununterbrochen und in grossem Masse zu.

32. Da ferner bei der stickstoffhaltigen Substanz (Nr. 18) eine viel geringere Beweglichkeit beobachtet wurde, so musste das Verhältniss zwischen ihr und der Phosphorsäure in Blatt und Stengel fortwährenden Schwankungen ausgesetzt sein. Dieselben waren in der That höchst beträchtlich. Daraus ergab sich die Folgerung:

33. Die Phosphorsäure ist von der fertig gebildeten Proteinsubstanz unabhängig und *vice versa*.

34. Dagegen zeigte sich in den Aehrchen während der Fruchtreife ein constantes Verhältniss zwischen beiden (1 : 3), welcher Umstand in Verbindung mit Nr. 18 den Satz zu bestätigen scheint:

35. Zur Bildung von Proteinkörpern sind gewisse grössere Mengen Phosphorsäure unerlässlich.

36. In welcher Verbindung die Phosphorsäure in der Pflanze enthalten sei, darüber wurde etwas Bestimmtes nicht ausgesagt.

37. Die **Schwefelsäure** wird während der einzelnen Vegetationsperioden in wechselnden Mengen von der Pflanze aufgenommen. Um die Blütezeit konnte gar keine Zufuhr von aussen her beobachtet werden.

38. Bemerkenswerth ist, dass die Blätter während des ganzen Wachsthums auffallend reicher an Schwefelsäure sind, als die Stengel. Ja aus den untern Stengeln verschwindet von der Blütezeit an jede Spur von Schwefelsäure vollständig. Dieser Umstand verdient insofern eine besondere Beachtung, als trotzdem die absolute Menge der in der Pflanze enthaltenen Schwefelsäure nach dieser Zeit noch ganz beträchtlich zunimmt. Hierdurch ist der (gleichwol mit aller Vorsicht auszusprechenden) Vermuthung Raum gegeben:

39. Die Schwefelsäure wird in der oberirdischen Hälfte der Pflanze ganz oder theilweise durch Oxydation erst gebildet. Diese mag namentlich in den Blättern stattfinden: dort bleibt der grössere Theil der Säure, der kleinere wandert durch den mittlern und obern Stengeltheil nach der Frucht.

40. Diese Umstände, auf die man bisjetzt nicht aufmerksam werden konnte, weil die gebräuchliche Bestimmungsmethode sie zu erkennen nicht gestattete, harren noch ausführlicherer Erörterung. Namentlich dürfte ein specielles Studium der quantitativen Verhältnisse zwischen Schwefel und Schwefelsäure in den einzelnen Pflanzentheilen sich fruchtbringend erweisen.

41. Bei der vorliegenden Arbeit ist die Bestimmung des Schwefelgehalts nicht überall ausgeführt, daher konnte namentlich über die Zunahme und Abnahme (und Wanderung) dieses Körpers nichts Definitives ausgesagt werden. In den meisten Fällen ergab sich in Bezug auf die stickstoffhaltige

Substanz ein Gehalt von 1 bis 1,5 p. C. S.; doch stieg derselbe auch einigemal auf 2 bis 3 (sogar 3,3) p. C. S. (vgl. Analytische Belege).

42. Das **Chlor** wird mit dem Alter der Pflanze in immer geringern Quantitäten aufgenommen; gegen das Ende der Reife hört die Zufuhr von aussen gänzlich auf.

43. Wenn sich auch nicht gerade besonders charakteristische Unterschiede der einzelnen Pflanzentheile in Bezug auf den Chlorgehalt ergeben haben, so sind doch, wenn man die procentische Zusammensetzung der Blatt- mit der der Stengelaschen vergleicht, jene im allgemeinen ärmer an Chlor als diese.

44. Eine umsichtige Discussion der Zahlen, welche die absoluten Mengen angeben, führt zu dem Resultate, dass eine eigentliche Wanderung, wie solche z. B. bei der Phosphorsäure mit Evidenz nachgewiesen wurde, beim Chlor nicht oder nur in sehr geringem Masse stattfindet. Die Zufuhr vertheilt sich annähernd gleichmässig über die einzelnen Organe, ein besonderer Zug nach irgendwelchem Pflanzentheile macht sich nicht bemerklich. Wenn man daher die Existenz rein zufälliger Mineralsubstanzen in der Pflanze annehmen will, so möchte vielleicht das Chlor dahin zu rechnen sein.

45. Das **Eisenoxyd** wird in geringen Mengen bis gegen die Reife hin aufgenommen. Dieser Körper bleibt grösstentheils in den untern Theilen der Pflanze, die obern sind sehr arm daran, die Aehrchen enthalten fast immer nur Spuren; in den untern Blättern und Stengeln dagegen finden sich besonders bei der Reife verhältnissmässig beträchtliche Quantitäten.

46. Der **Kalk** und die **Magnesia** bieten nach mehreren Richtungen Verschiedenheiten dar.

47. Die Aufnahme beider Körper erfolgt in ganz ungleichem Masse. Während jener mit dem Alter der Pflanze in immer geringer werdenden Mengen in die Pflanze übergeht, ist die Aufnahme der Magnesia während der ganzen Vegetation beinahe constant.

48. An Kalk sind die Blattaschen auffallend reicher als die Stengelaschen, während bei der Magnesia beinahe immer das Umgekehrte stattfindet. So kommt es, dass das Verhältniss dieses Körpers zu jenem in den Stengeln ein viel grösseres ist (1 : 1,5) als in den Blättern (1 : 5 bis 1 : 8); bei den Aehrchen übersteigt sogar der Magnesiagehalt zuletzt den Kalkgehalt.

49. Was die Beweglichkeit beider Basen im Pflanzenkörper betrifft, so sind die Unterschiede weniger gross. In dem reifen Gewächs ergab sich bei beiden nur eine partielle Löslichkeit, allerdings beim Kalk durchschnittlich in etwas höherem Grade als bei der Magnesia. Blätter wie Stengel geben nur geringe Bruchtheile der einmal aufgenommenen Quantitäten ab.

50. In den Aehrchen steigt der Kalkgehalt nicht bis zur vollen Reife, wohl aber findet eine continuirliche Zunahme der Magnesia statt; diese Base ist die einzige, bei der ein Zug nach oben deutlich bemerkbar war. Wie es scheint, wurde in den Körnern zuletzt sogar eine geringe Menge Kalk gegen Magnesia vertauscht. An einer bestimmten Bedeutung der letztern für den Process der Fruchtbildung ist daher nicht zu zweifeln.

51. Die Kaliaufnahme dauert nicht bis zur vollen Reife fort.

52. Diese Base vertheilt sich ziemlich gleichmässig über die Organe der Pflanze; da aber die übrigen mineralischen Bestandtheile (namentlich die Kieselsäure) in Halm, Blatt und Blüte nicht in gleichem Verhältnisse übergehen, so sind die Aschen der Stengel durchgehends kalireicher, als die der Blätter und Aehrchen, und dies um so mehr je älter die Pflanze wird.

53. Nicht die ganze Menge des in der (reifen) Pflanze enthaltenen Kalis ist in Wasser löslich.

54. Eine Wanderung des Kalis aus einem Pflanzentheil in den andern konnten die Analysen mit einiger Deutlichkeit nur bei den Aehrchen nachweisen. Dieselben hatten in der That schon zur Blütezeit die ganze zum Fructificationsprocess er-

forderliche Menge dieses Körpers aufgenommen; eine Verminderung des in den Blüten enthaltenen Kalis (Vertauschung gegen Magnesia?) während der Reife ist deutlich ausgesprochen.

55. Vergleicht man die in die Früchte übergehenden Mengen der Säuren und Basen miteinander, so ergibt sich, dass proportional mit dem Fortschreiten der Reife die Asche der Körner immer saurer wird. Zuletzt muss eine oder die andere Säure entweder im freien Zustande oder in Verbindung mit organischen Körpern in die Früchte übertreten: die Magnesia, die einzige Base, welche zuletzt noch von den Früchten aufgenommen wird, reicht ungefähr nur hin, um die gleichzeitig austretenden Basen Kalk und Kali zu ersetzen.

56. Es ist früher von andern Seiten bei gewissen Halmgewächsen (Gerste, Weizen, Hafer) eine gewöhnlich mit der Blütezeit beginnende und mit dem Alter der Pflanze regelmässig fortschreitende, zum Theil höchst beträchtliche Verminderung der Basen Kalk, Magnesia und Kali (Ausscheidung aus dem oberirdischen Stock) beobachtet worden. Aus den vorliegenden Untersuchungen lässt sich ein gleiches Resultat nicht herleiten. Zwar zeigt sich bei Kali ganz gegen das Ende der Vegetation eine geringe Abnahme der absoluten Totalmenge, doch erstreckt sich dieselbe nur etwa auf den achtzigsten Theil des Gesammtgehaltes. Bei Kalk und Magnesia dagegen wurde eine continuirliche Zunahme beobachtet. Was von mineralischer Nahrung in den oberirdischen Theil der Pflanze aufgenommen worden ist, bleibt bis zur vollen Reife darin.

57. Ein Blick auf die zu gleichen Zeiten erfolgte Einwanderung der einzelnen anorganischen Verbindungen in die Pflanze zeigt, dass darin keine Proportionalität herrscht.

58. Den Grund für diese Erscheinung hat man in verschiedenen Dingen, unter anderm auch wol in der physikalischen Natur der Wurzelmembrane gesucht, und der Pflanze ein „Wahlvermögen“ zugeschrieben.

59. Da dieser Ausdruck einer Deutung bedürftig ist, man eine solche in präciser Fassung aber nicht findet, so wurde im Texte eine Definition desselben zu geben versucht. Dieselbe stützt sich auf einige beobachtete Facta und lautet:

60. Unter Wahlvermögen der Pflanze versteht man die Fähigkeit derselben, die zur Bildung ihrer nähern Bestandtheile an den Vegetationspunkten verwendete, oder durch Ablagerung im Zellensysteme in fester Form ausgeschiedene Nahrung zufolge einer an diesen Orten eingeleiteten, bald den einen bald den andern Nahrungsstoff betreffenden und durch das ganze Gewächs sich verbreitenden Endosmose partiell durch Zufuhr aus dem Boden wieder zu ersetzen.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

New York Botanical Garden Library
QL 34 .A85f A7
Arendt, Rudolf Frie/Das Wachstum der Haf
gen
3 5185 00065 4267